

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Мазур В. І.

«___» _____ 2020 р.

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою – «Матеріалознавство порошкових
композитів і покриттів»
спеціальності 132 Матеріалознавство
на тему: «Виробництво по нанесенню зносостійких покриттів на
штамповий інструмент»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ФК-зг-61-1

Стовбур Богдан Миколайович _____

Керівник:

Старший викладач. Руденький С. О. _____

Консультант:

з організаційно-економічного розділу

Доцент, к.е.н. Нараєвський С. В. _____

з охорони праці

Доцент, к.т.н. Арламов О. Ю. _____

з нормоконтролю

Доцент, к.т.н. Троснікова І.Ю. _____

Рецензент:

Доцент, к.т.н. Іващенко Е. В _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 132 Матеріалознавство
Освітньо-професійна програма – «Матеріалознавство порошкових композитів і покриттів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Мазур В. І.

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Стовбуру Богдану Миколайовичу

1. Тема проекту «Виробництво по нанесенню зносостійких покриттів на штамповий інструмент»,
керівник проекту Старший викладач. Руденький С. О., затверджені наказом по університету від «15» травня 2020р. №1108-с
2. Термін подання студентом проекту 18.06.2020р.
3. Вихідні дані до проекту. Виробництво по нанесенню зносостійких покриттів на штамповий інструмент. Методи по нанесенню покриття повинні забезпечувати максимальну стійкість до навантажень та високу твердість.
4. Зміст пояснювальної записки. Провести аналіз та обрати матеріал і схему технологічного процесу. Розрахунок і складання матеріального балансу, вибір ті розрахунок кількості обладнання. Розрахувати електроенергетичні витрати на виробництво втулки. Розрахунок та

визначення організаційно-економічних показників. Оцінка та розробка заходів нормалізації небезпечних та шкідливий виробничих факторів.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		зав дання видав	зав дання прийняв
Охорона праці	доцент, к.т.н. Арламов О.Ю.		
Організаційно-економічний розділ	доцент, к.т.н. Нараєвський С.В.		

6. Дата видачі завдання 30.04.2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний та патентний пошук	30.03.2020 – 30.04.2020р.	
2	Розробка технологічного розділу	22.04.2020- 3.05.2020р.	
3	Оформлення розділу з охорони праці	3.05.2020- 16.05.2020р.	
4	Розробка енергетичного розділу	8.05.2020- 15.05.2020р.	
5	Розробка організаційного розділу	10.05.2020р- 15.05.2020р.	
6	Розробка економічного розділу	3.05.2020- 15.05,2020р.	
7	Підготовка матеріалу презентації	12.05.2020- 16.05.2020р.	
8	Оформлення проекту та підготовка до захисту	25.05.2020 – 10.06.2020р.	
9	Захист дипломної роботи	18.06.2020р.	

Студент _____

Стовбур Б.М.

Керівник роботи _____

Руденький С.О.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Виробництво по нанесенню зносостійких
покриттів на штамповий інструмент»**

Київ – 2020 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проект за освітньо-професійною програмою «Бакалавр» складається із пояснювальної записки, що має: стор. – 83, рис. – 10, табл. – 21, літ. – 20 посилань і 1 презентація.

ШТАМП, ІНСТРУМЕНТ, ПОКРИТТЯ, НАПИЛЕННЯ, АДГЕЗІЯ, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ

У дипломному проекті викладено літературний огляд сучасного стану теорії і практики по нанесенню зносостійкого покриття для штампового інструменту, акцентовано увагу на штампах для серійної штамповки холодним штампуванням.

Метою роботи є проектування технологічного процесу виготовлення штампового інструменту. Розрахунок кількості необхідного обладнання, заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, організаційних та економічних показників виробництва.

Для досягнення поставленої мети в проектуванні вирішуються наступні задачі:

- товщина покриття, що забезпечить необхідні властивості виробу;
- розробка технологічного процесу;
- розробка економічних, енергетичних, організаційних та питань з охорони праці;

Об'єкт проектування для: покриття з нітрид хрому для штампового інструменту.

Предмет дослідження: технологічні параметри по нанесенню покриття для штампового інструменту.

ABSTRACT

The diploma project on the educational-professional program "Bachelor" consists of an explanatory note, which has: p. - 81, fig. - 10, table. - 21, lit. - 18 links and 1 presentation.

STAMP, TOOL, COATING, SPRAYING, ADHESION, WEAR RESISTANCE.

The diploma project presents a literature review of the current state of theory and practice for the application of wear-resistant coating for stamping tools, focuses on stamps for serial stamping by cold stamping.

The purpose of the work is to design the technological process of manufacturing a stamping tool. Calculation of the amount of necessary equipment, measures for labor protection and safety in emergency situations, organizational and economic indicators of production.

To achieve this goal in the design of the following tasks are solved:

- 1 thickness of a covering that will provide necessary properties of a product;
- 2 development of technological process;
- 3 development of economic, energy, organizational and labor protection issues;

The facility was designed for: chromium nitride coating for stamping tools.

					ФК-ЗГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT		
Розроб.	Стівбур БМ.						
Перев.	Руденький С.О.						
Н. Контр.							
Зитв.					КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ІФФ гр. ФК-ЗГ-61-1		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу	11
1.1.1 Вибір матеріалу	11
1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу	17
Висновки та постановка завдання проектування	24
1.2 Опис технологічного процесу.....	24
1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах на неї	24
1.1.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини	29
1.2.3 Опис технологічних операцій.....	30
1.2.4 Технічний контроль і контроль якості продукції	34
1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів.....	35
1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання	40
1.4.1 Обладнання для шліфування	40
1.4.2 Обладнання для ультразвукової мийки.....	41
1.4.3 Обладнання для промивання у ванній.....	42
1.4.4 Обладнання для напилювання	43
2 РОЗДІЛ ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
2.1 Мета розділу.....	46
2.2 Організаційні питання ОП на підприємстві.....	46
2.3 Аналіз параметрів приміщення	47

3.4 Аналіз параметрів мікроклімату в приміщенні.....	48
2.5 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників в приміщенні.....	49
2.6 Освітлення приміщення.....	50
2.7 Електробезпека.....	51
2.8 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	56
2.9 Заходи безпеки в разі виникнення надзвичайних ситуацій.....	57
3 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	59
4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	64
4.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	64
4.2 Визначення фондів заробітної плати.....	68
4.3 Розрахунок продуктивності праці.....	70
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	72
5.1 Розрахунок капітальних вкладень у виробничий цех	72
5.2 Визначення планової собівартості одиниці продукції	76
5.3 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення	83
ВИСНОВКИ	87
CONCLUSIONS	88
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	89
ДОДАТКИ.....	91

ВСТУП

Покриті покриття, видимі чи ні, є міцною і незамінною частиною багатьох предметів повсякденного життя. Приклади включають дзеркало у ванній кімнаті, мобільний телефон та високоефективний автомобіль з економією палива. Але незліченна кількість виробничих виробничих процесів також не була б можливою без використання покритих поверхонь, наприклад на інструментах. Особливо це стосується того, коли продуктивність та економічність цих процесів значно збільшуються покритим покриттям.

Процеси нанесення покриттів використовуються не тільки для впливу на механічні, електричні та оптичні властивості поверхонь, але і для захисту функціональних поверхонь від зносу. Без нанесеного шару покриття або систем шарів покриття матеріали часто рано досягають своїх меж руйнації. Відповідні шари покриття зменшують знос через тертя і, таким чином, мінімізують матеріальні втрати, захищають від термічного перевантаження, корозії та ерозії, змінюють фізичний та механічний вплив .

Метод, що застосовується для покриття матеріалів та поверхонь, залежить від того, як вони використовуються. Технологічно спектр коливається від фарбування - до дуже складних промислових процесів, таких як плазмове покриття, за допомогою яких утворюються шар твердого покриття . Товщина шару покриття також відповідно змінюються. Вони варіюються від декількох міліметрів до кількох нанометрів.

Покриті поверхні мають величезний потенціал щодо підвищення продуктивності та ефективності та підтримання та розширення конкурентоспроможності, особлива увага приділяється також конкретним застосуванням .

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ		
Розроб.		Стовбур Б.					
Перевір.		Руденький С.О.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Руденький С.О.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
						9	
					КПІ ІФФ ФКзг61-1		

Застосування штампового інструменту з нанесеним покриттям дає великий економічний ефект, дозволяє збільшити продуктивність праці і поліпшити якість штамповки а також збільшує ресурс самого штампу при масовому виробництві.

Ефективність інструменту у промисловості багато в чому залежить від його раціонального використання та досконалості. Одним з найважливіших способів подальшого розвитку та вдосконалення штампового інструменту є вираховування навантаження, геометрія основи штампу, товщина покриття також дозволяється використання інструменту після пере покриття нанесеного шару з нітрид хрому. Якщо використовувати штампний інструмент з нанесеним покриттям, то це призведе до значної економії на виробництві бо такі штампи слугують довше що дозволяє зробити більше повноцінної роботи ,а затрати на виробництво штампів зменшується.

					ФК-зГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічний розділ

1.1 Вибір та обґрунтування технологічного процесу

1.1.1 Вибір матеріалу

У сучасній ринковій економіці зростає попит на конкурентоспроможну промислову продукцію, сучасну технічно прогресивну продукцію. Це вимагає їх систематичного та швидкого впровадження у виробництво, продуктивність праці та якості продукції. Одним з найважливіших способів підвищення продуктивності в металургійній промисловості є використання холодного та гарячого штампування.

Економічна доцільність холодного штампування тісно пов'язана із вартістю штампів на одиницю продукції, вартість яких в основному обумовлена їх стійкістю. Висока стійкість штампів - головна умова прибутковості штампувальних цехів. Якість та вартість штампованої продукції багато в чому залежать від вартості штампового інструменту. Вартість інструменту для штампування становить приблизно 15-25% від загальної вартості. Виробничі витрати не обходно також враховувати тенденцію до зростання інструментальних та перфорованих сталей. Досягають високої міцності та зносостійкості поверхні робочих частин багато в чому залежить від початкових властивостей утворених поверхневих шарів з GrN при їх виробництві. [1,16] У багатосерійнім виробництві необхідно прагнути до мінімальних витрат матеріалу, до найменшої кількості штампувальних операцій за рахунок використання та впровадження в проєкті нанесення покриття з GrN яке надасть найважливіші експлуатаційні властивості інструмента — мікротвердість, теплостійкість, теплопровідність, міцність, ударну в'язкість, корозійну стійкість і стійкість проти окислювання при підвищених

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Стовбур Б.М.				ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Руденький С.О.							11
Реценз.						ІФФ, ФК-зг-61-1		
Н. Контр.								
Затверд.	Руденький							

температурах що призведе до підвищенню продуктивності й стійкості штампів. Одержання металевих виробів за допомогою прикладання зусиль стиску та розтягу – розповсюджений процес промислового виробництва.

При штампуванні метал фасонується в спеціальні профілі при температурі навколишнього повітря за допомогою зрізання, пресування і розтягу між штампами як правило в результаті серії розрахованих ударних операцій. Холоднокатана сталь служить вихідним матеріалом для штампування листових деталей для автомобільної, радіоелектронної та інших галузей промисловості. Приблизно 15 % робітників автомобільної промисловості зайняті в штампувальному виробництві. При куванні зусиллям стиску прикладається до заготовки, нагрітої до високої температури, за допомогою однієї або двох послідовних операцій пресування. Профіль кінцевого виробу визначається формою порожнини штампа. У відкритих штампах, так само як при об'ємному штампуванні на молоті, заготовка стискується між одним штампом, прикріпленим до ковадла, і вертикальним прес-штоком. У закритих штампах, так само як при об'ємному штампуванні на пресі, заготовка стискується між нижнім і верхнім штампом, прикріпленим до прес-штока.

Зносостійкість - властивість матеріалу протистояти зносу при певних умовах тертя, оцінюваних за розміром, зворотним зносом або інтенсивністю зношування. Зносостійкість залежить від складу та структури заготовки, початкової твердості, шорсткості та технології обробки деталі. Використовувані покривні матеріали повинні бути досить міцними, зносостійкими і мати високі фізичні та механічні властивості. Ці загальні вимоги необхідні для забезпечення зносостійкості великої кількості деталей різних конструкцій, які працюють в різних умовах тертя. Властивості міцності інструментального матеріалу, які підвищують стійкість контактних поверхонь до макро- та мікро руйнування в умовах відносно високих напруг і температур, особливо коли вони мінливі, призводять до поліпшення ударостійкості штампувального інструменту та

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

підвищення його експлуатаційної безпеки. Зміна властивостей матриці інструменту після нанесення покриття призводить до значного поліпшення показників інструменту та підвищення його експлуатаційних характеристик.[8]

Загальні вимоги покриттів до зносостійкості штампів з нанесеним покриттям включають:

- 1) висока щільність, що перешкоджає доступу до основи штампувального інструменту активних реагентів на поверхню матеріалу;
- 2) вкрай малі коливання товщини покриття на робочих поверхнях інструменту;
- 3) стійкість властивості покриття на робочих поверхнях інструменту;
- 4) матеріал покриття не повинен наклепуватись в процесі штампування;
- 5) можливість отримання покриття простим та економічним способом;
- 6) коефіцієнт тертя матеріалу покриття повинен бути мінімальним;
- 7) високу адгезію при навантаженні і коливанню температур.

Серед безлічі сплавів і сполук, що використовуються для нанесення багат шарових покриттів. Можна використовувати GrN виходячи з вимог до зносостійких покриттів. Різні сплави на основі вольфраму та кобальту використовуються в машинобудуванні як сполучні засоби для інструментів та деталей, що працюють в умовах абразивного зносу. GrN є найперспективним, тому що він відповідає усім вимогам пропонованим до покриттів, що наносяться на штампувальний інструмент.

Нітрид хрому також використовується як зносостійке та декоративне покриття. Вироби, покриті GrN, не відрізняються зовнішнім виглядом від срібла і може використовуватися дзеркало залежно від співвідношення

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металу та азоту в поєднанні GrN може бути світлішим або темнішим. Нітрид хрому використовується в спеціальних камерах методом термічної дифузії. При високій температурі хром і азот реагують поблизу поверхні розпиленого продукту і дифундують у саму металеву структуру.

Одним з найважливіших параметрів покриття, який впливає на продуктивність штампу чого інструменту, є його фізико-механічні показники (твердість яка захищає від механічних ушкоджень , тріщино стійкість, та помірний коефіцієнт тертя).

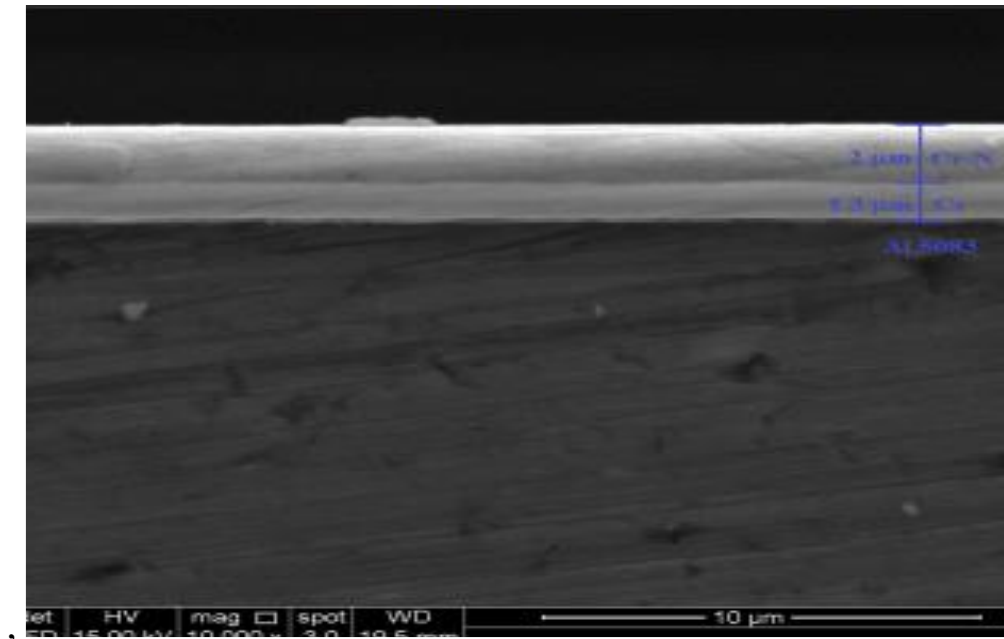


Рисунок 1.1 – Структура покриття з нітриду хрому з проміжним шаром

Це визначається оптимальними властивостями цього матеріалу, які можна оцінити за даними, наведеними в таблиці 1.1.

Це покриття не потребує великої товщини, що в свою чергу економічно вигідніше порівняно з іншими, його товщина коливається в межах від 2 до 8 мкм. І при такій товщині покриття зберігаються всі запропоновані властивості.

					ФК-ЗГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.1 – Властивості сполук тугоплавких металів, що використовуються як покриття

Основний тугоплавк ий метал	З'єднан ня	Гратка	Період гратки, мм	Область гомогенності, % (по масі)	γ, кг/м³	T _{пл} , °C
Карбіди						
Ti	TiC	Кубічна	0,4319	11-20,0	4930- 4960	3230
Zr	ZrC		0,4698	6,62-11,6	6900	3330- 3530
Hf	HfC		0,4641	3,8-6,3	12200	3890 ±150
Cr	Cr ₂₃ C ₆	Гексаго- нальна Ромбічна	0,10638	-	6890	1520- 1550
	Cr ₇ C		-	6970	1530- 1895	
	Cr ₃ C ₂		-	6683	827- 1892	
Mo	Mo ₂ C	ГПУ	0,3002	5,4-5,9	9180	2230- 2330
	MoC	Гексаго- нальна	0,2898	7,4-8,6	8400	2530
Нітриди						
TiN	Ti ₂ N	Тетраго- нальна	0,494	-	4910	-
	TiN	Кубічна	0,423	14,9-22,6	5440	2950
Zr	ZrN		0,4575	7,6-13,3	7350	2980
Hf	HfN		0,452	5,4-7,85	13390	3310
V	VN		0,4126	16-21,6	6100	2050
Ta	Ta ₃ N	ГПУ	0,3042	3,0-3,4	15780 (15860)	-
	TaN	Гексаго- нальна	0,5191	5,8-6,5	14360	3090

1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу

Існують різноманітні методи отримання покриттів на робочих поверхнях інструментів. Слово "покриття" означає таке утворення на поверхні інструментального матеріалу, яке значно відрізняється за своїми кристалохімічними, фізико-механічними та теплофізичними властивостями від властивостей інструментального матеріалу (основи).

Враховуючи особливості процесів формування покриття, існуючі методи можна розділити на дві основні групи:

1. До першої групи належать процеси, в яких утворення покриттів відбувається в основному за рахунок реакцій дифузії між насиченими елементами та структурами інструментального матеріалу;
2. Друга група включає процеси утворення покриттів за рахунок хімічних та плазмохімічних реакцій потоку частинок одночасно в об'ємі простору безпосередньо поруч із поверхнями насиченого інструментального матеріалу.

Класифікація процесів покриття на різальних інструментах за типом покриття наведена нижче.

1. Методи першої групи включають хіміко-термічні способи формування покриття (PVD) на основі насичення твердої фази, рідкої та газової фаз поверхонь інструменту. Дифузійні елементи можуть насичувати поверхні інструментів безпосередньо, без проміжних реакцій або попередньої хімічної реакції на межі між інструментальним матеріалом і покриттям або в кількості вихідних реагентів. PVD включає такі способи, як насичення поверхні інструментальних сталей азотом і вуглецем в газоподібних і рідких середовищах, іонне азотування та цементация в плазмі тліючих розрядів, боридизация, нітроокислення та інші.

					ФК-ЗГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Насиченість елементів інструментального матеріалу створює дифузійні шари, кристалічна хімічна структура та властивості яких сильно відрізняються від відповідних параметрів інструментального матеріалу. Ці елементи покращують її поверхневі властивості. Швидкість формування, кінетика росту покриття, його структура та властивості значною мірою визначаються температурою процесу, часом насичення, параметрами дифузії компонентів насичення в інструментальному матеріалі і в кінцевому підсумку значно залежать від їх хімічного складу, структури та властивостей.

Методи PVD дозволяють отримати покриття товщиною 1-10 мкм, що може підвищити стійкість різних типів інструментів, виготовлених зі швидкісних і вуглецевих сталей у 1,5-2,5 рази.[7,6]

Серед методів PVD найбільшою перевагою є іонне азотування інструментів, виготовлених з високошвидкісних різальних сталей. У цьому випадку можна отримати покриття з мінімальною деформацією інструменту з високою швидкістю насичення азотом у плазмі тліючого розряду.

Відповідно до класифікації, до другої групи процесів належать процеси хімічного осадження покриттів з парової фази, які у світі відомі як CVD (Chemical Vapor Deposition).

Процеси CVD широко застосовуються для нанесення покриттів на основі карбідів, нітридів, карбонітридів титану та оксиду алюмінію на багатограних пластинах із твердих сплавів. Технології, розроблені відомими виробниками інструментів з твердих металів "Sandvik Coromant" (Швеція), "Teledine" (США), "Plansee" (Австрія), "Vidia Krupp" (Німеччина), "Eugene Carbon" (Франція) на основі методів, розроблених НОР.) тощо.[13]

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характерною особливістю покриттів, отриманих в процесі CVD, є утворення перехідної зони між покриттям і твердим сплавом, яку зазвичай називають γ фазою. Утворення перехідної зони пов'язане з реакціями міждифузії між нанесеним вогнетривким металом з парогазової суміші та компонентами твердого сплаву.

За допомогою процесів CVD можна отримати покриття на основі карбідів, нітридів та карбонітридів металів із груп IV-VI Періодичної таблиці елементів, використання яких дає змогу покращити стійкість карбо-нітридів у широкому діапазоні застосувань і збільшити стійкість інструмент до 10 разів.

Процеси PVD (Physical vapor deposition). Як правило, вакуумне випаровування тугоплавкого метала-утворюючого з'єднання, його частково або повну іонізацію (часткова іонізація створює пароплазмову фазу), подача реакційного газу, та хімічні реакції плазми, конденсація покриття на робочих поверхнях різального інструменту.

Найпоширенішими методами PVD є метод конденсації покриттів із плазмової фази у вакуумі з іонним бомбардуванням на інструментальних поверхнях.

Можливість великих температурних коливань у зонах покриття дозволяє використовувати вакуумні плазмові процеси як універсальний процес для нанесення покриттів на інструменти. Вакуумні плазмові методи є універсальними з точки зору можливості отримання широкого спектру моно, з проміжним шаром, багатошарових та композиційних покриттів на основі нітриду, карбіду, карбонітриду, оксиду та борідних сполук тугоплавких металів IV-VI груп періодичної таблиці.

Під час роботи інструменти піддаються зносу, а отже потребують заміни або відновлення. Для нанесення покриттів існує загальна технологічна схема, яка приведена на рисунку 1.2 по нанесенню покриття Gr+GrN на штампувальний інструмент.

					ФК-ЗГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

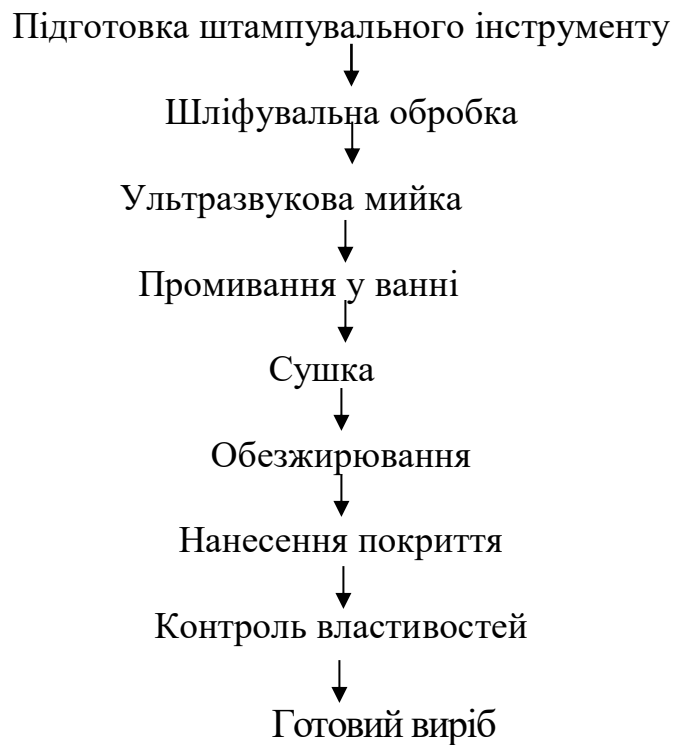


Рисунок 1.2 – Технологічна схема процесу вакуумної конденсаційного напилювання

Процеси PVD, що найбільше використовуються в промисловості, засновані на процесі випаровування, викликаному дуговими розрядами (дуговим розрядом низької напруги або катодним розрядом вакуумної дуги), або на методі розпилення магнетрона. Ці процеси забезпечують щонайменше один компонент матеріалу шару.

Просторово можна виділити три основні зони процесу, що відбувається в камері покриття: Частично іонізована плазма надається в зоні утворення частинок. Плазма транспортується до субстрату в транспортній зоні; можуть бути введені додаткові іонні струми. У зоні росту шару відбувається утворення плазмового та іонного шару; деякі електрони також взаємодіють із шаром, який утворює.

Нестабільність стійкості інструменту з покриттям часто виникає під час роботи систем покриття PVD. Це може статися з наступних причин:

1) Незадовільне попереднє очищення поверхні робочого обладнання та штампів від іржі, окалини ;

2) використання недостатньо очищеного робочого газу або середовища з високим витоком повітря у вакуумній камері системи;

3) нераціональна конструкція технологічного обладнання для складання інструменту, що призводить до різних умов осадження покриття протягом циклу;

4) недотримання термічного режиму технології вакуумного плазмового покриття;

5) недотримання набору параметрів для покриття (товщина, мікротвердість, адгезії на оброблюваному матеріалі тощо), які є неоптимальними для даного виду обробки;

6) використання інструментів з покриттями з точки зору їх нераціонального використання (оброблені матеріали, режими різання, види інструментів).

У будь-якому випадку необхідно усунути недоліки, яка призводить до нестабільності в роботі штампів, для підвищенні стійкості інструментів з покриттям, що пов'язано з порушеннями технології нанесення покриттів або умовами його раціональної експлуатації.

методом та методом детонаційного напилювання на рисунку 1.3.

					ФК-ЗГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

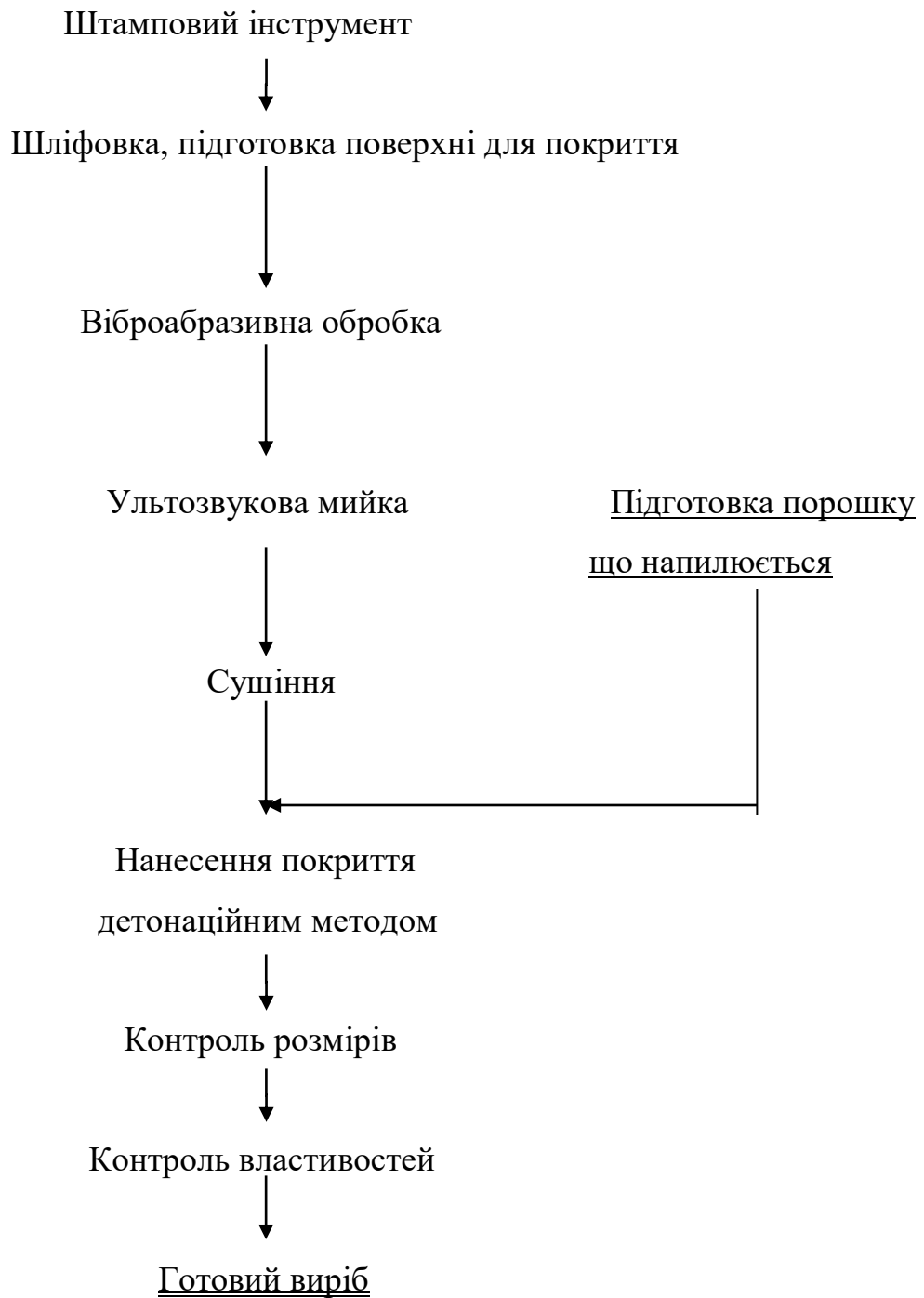


Рисунок 1.3 – Технологічна схема нанесення покриття детонаційним методом

Продуктивність детонаційного напилення залежить від кількості пострілів в секунду, яка у свою чергу залежить від швидкості роботи механізмів, що подають порошок і гази у ствол установки. Детонаційні установки працюють в автоматичному режимі. Більшості промислових

установок використовують циліндричні стволи. Недоліком циліндричних стволів є те, що дуже складно рівномірно розподілити порошок у газовій суміші й отримати плоский фронт детонації. Основне завдання детонаційного напilenня це точно дозувати і змішувати горючий газ з окиснювачем і безперебійно подавати його в ствол із заданою швидкістю. Кількість порошку ,що подається у ствол ,залежить від діаметра регульованого отвору. Єдиним недоліком такого дозатора є та ,що не вдається досягти високої точності дозування для порошоків, що мають розмір фракції більше 100мкм. [18]

Найважливішим елементом технології нанесення покриттів є підготовка робочих поверхонь інструменту. Якість покриття багато в чому визначає якість покриття та міцність його адгезії до матриці інструменту. Недостатньо підготовлена поверхня ріжучого інструменту перед нанесенням покриття може призвести до браку виробу. Найпоширеніший недолік пов'язаний з поганою підготовкою інструменту, тобто покриття лущиться, і в результаті знижується його ефективність.

Підготовка інструменту для попереднього нанесення покриття включає ряд послідовних операцій. У будь-якому випадку слід особливо обережно очистити поверхню інструменту, щоб його робочі частини були хімічно та механічно чистими. Це виключає наявність окалин , мастила після термічної обробки, утворення корозійних та окислювальних плівок, сторонніх включень у вигляді масла та інших забруднень, дефектів на поверхнях інструменту у вигляді вмятин, тріщин, задирок тощо.

Технологія підготовки поверхні для покриттів з використанням різних методів має специфічні характеристики. Тому основна мета попередньої обробки інструменту в процесах вакуумного плазмового покриття - видалення забруднень. Наявність таких забруднень на штампувального інструменту під час вакуумування призводить до вакуумного забруднення, порушення нормального перебігу технологічного процесу та підтримання покриття низької якості з дуже поганою адгезією інструментальної матриці.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки і постановка завдання проектування

З розглянутих можливих способів нанесення покриття на штамповий інструмент буде використовуватися метод вакуумного конденсаційного напилення тому що він є найбільш ефективним і економічним для нанесення покриття, яке представлене на рис. 1,1 покриття з нітрид хрому з проміжним шаром яке забезпечує фізико-механічним властивостям а також зменшує коефіцієнт термічного розширення штампів при серійному штампуванні що надає точних розмірів вихідним деталям.

В цьому випадку більш доцільним є використанням матеріалом покриття з нітридом хрому яке володіє хорошими пластичними властивостями забезпечує збільшення терміну служби штампувального інструменту збільшує коефіцієнт тертя на пресах, прес-формах і штампах, покриття з нітрид хрому захищає від механічних пошкоджень зменшує налипання матеріалу на штамп. Тому на робочі дільниці, що проектується, буде наноситься покриття Gr+GrN на штампувальний інструмент методом PVD.[2]

1.2 Опис технологічного процесу

1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах на неї

Для вибору й обґрунтування схеми технологічного процесу, проаналізуємо напилюємі деталі і вимоги до покриття.



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд штампів

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штамп формує або пластично відокремлює матеріал заготовки, що надає йому форму робочої частини вже готової деталі. Метал деформується при відносному переміщенні робочих елементів штамп. При штампуванні молотками таких робочих елементів зазвичай два: верхня половина штамп прикріплена до молотка, а нижня половина до ковадла молотка.

Щоб легше було вийняти деталь з порожнини штамп, зробіть нахили на бічних поверхнях порожнини. Нахил можна зменшити, якщо в пуансоні є виштовхувачі, які насильно видаляють кування з порожнини. Під час штампування деталей складної конфігурації у закритих штампах для забезпечення можливості видалення деталей із порожнини штамп кількість робочих елементів збільшується, а штамп може мати кілька площин виштовхування деталі.

Молоткові штампи відрізняються з невеликою кількість робочих деталей, так як формування виробу відбувається в матриці.[8,17]

Переваги штампування перед куванням це: висока продуктивність, висока точність розмірів та незначна шорсткість поверхні, отримання деталей складної форми з однаковими розмірами. Недоліками є висока вартість штампів (тому штампування як правило використовують для серійного та масового виробництва), можливість використання штамп для одного типорозміру виробу, виготовлення деталей малої маси (0,3...100кг).

Є два види штампування гаряча та холодна .

Перший означає, що метал обробляється в нагрітому стані. Великою перевагою гарячого тиснення є те, що властивості заготовки покращуються при гарячому штампуванні (зокрема, металева конструкція стає щільнішою та рівномірнішою). Тим часом на поверхні металевих заготовок, оброблених за технологією холодного штампування, не утворюється шар осаду, тоді як розміри готових виробів є більш точними, а поверхня - більш гладкою.

Штампування деталі в гарячому стані, представлені на рисунку 1.5.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.5 – Гаряча штампування яке замінює кування.

Холодне штампування вважається найсучаснішою технологією формування. Його кваліфіковане застосування дозволяє отримувати вироби різної форми та розмірів. Важливо, щоб вироби, виготовлені за цією технологією, характеризувалися точністю їх геометричних параметрів та високою якістю формованої поверхні, а тому не потребують подальшого доопрацювання. Процес холодного штампування може бути легко автоматизований, що робить можливим виготовлення виробів з високою продуктивністю.



Рисунок 1.6 – Деталі вироблені методом холодного штампування

					ФК-ЗГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штапування цей технологічний процес, - це процес, при якому металева заготовка пластично деформується під впливом тиску. В результаті такого удару, для якого застосовуються спеціальні пристрої, готовий виріб формується із заготовки потрібного розміру та форми. Металеву заготовку можна деформувати при її попередньому нагріванні, тоді цей процес називають гарячим тисненням. Якщо попереднього термічного впливу на заготовку немає, то це називають холодним штапуванням.[4,15]

Вимоги до покриття повинні точно оцінювати сутність проблеми та захищати штамп і продовжувати термін експлуатації результату рішення, якої почали застосовувати покриття GrN.

Це означає, що на інструмент наносять стійкі покриття до зносу що дозволяють підійти до проблеми створення "ідеального покриття". Матеріал інструменту з високою зносостійкістю в поєднанні з достатньою міцністю і в'язкістю. Штапувальний інструмент з цього матеріалу(GrN), який може відповідати найвищим вимогам до якості. Продуктивність та надійність обробки. Інструменти з покриттям можна виготовляти як за умов.

Випуск інструментів із покриттям може здійснюватися як в умовах масового виробництва на спеціалізованих інструментальних заводах і комбінатах, так і в інструментальних цехах машинобудівних підприємств.

З урахуванням специфіки роботи інструменту (високі питомі навантаження, високі температури, тертя, адгезія, дифузія та ін.) вимоги до покриттів для штапувальних інструментів можуть бути розділені за загальними ознаками на 4 групи:

1) спорідненість кристалохімічної будови, при якій можливо забезпечити міцну адгезію зв'язку між ними;

2) оптимальне співвідношення основних фізико-механічних і теплофізичних характеристик (модуль пружності, коефіцієнти Пуассона, термічного розширення, тепло- і температуропровідності).

3) службове призначення різальних інструментів;

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) технологічні особливості методів одержання покриття; Окрім цих вимог, слід також враховувати, що композитний матеріал інструменту для нанесення покриттів піддається відносно довгим високим напругам та температурам, при яких на межі між покривними матеріалами та інструментами відбуваються реакції дифузії твердої фази, що за певних умов може призвести до значних змін складу та структури. Позитивну роль прикриття може втратити передчасно. Тому однією з найважливіших вимог до матеріалів для покриття та основи є зниження сприйнятливості значної пари до реакцій дифузії твердої фази протягом усього температурного та напруженого діапазону процесу штампування.[17]

При виготовленні покриттів на штампуєчий інструмент слід враховувати ряд вимог, що стосуються технологічних характеристик процесів отримання покриттів. Зокрема, при відносно високих температурах спостерігається часте утворення покриттів, які є сполуками високоплавких металів. У деяких випадках ці температури можуть перевищувати температури перекристалізації інструментальних матеріалів, особливо жароміцних інструментальних сталей. Тому покриття повинно бути таким, щоб матеріал інструменту не проходив процес перекристалізації, що різко знижує твердість інструментального матеріалу і, таким чином, знижує стійкість інструменту до навантажень.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Дуже важливим є можливість відтворення заданих хімічного складу, властивостей і структури покриття при обраному методі процесу.

Таблиця 1.2 – Технічні умови на сировину

Найменування	Характеристика	Державний стандарт
Штампувальний інструмент з покриттям нітриду хрому : 1) трьохгранні; 2) чотирьохгранні; 3) багатогранні	-Gr-GrN- (застосовується для обробки сталі штампуванням) – Gr - GrAlN -(C,N)- (застосовується для обробки сталі холодним та гарячим штампуванням в умовах підвищених навантажень)	ГОСТ 19049-73
Титан	Ti (у виді циліндричних злитків)	ГОСТ 17803-73
Азот	газоподібний	ГОСТ 9293-74

1.2.2 Обґрунтування вибору основних видів сировини

Основна сировина, яку ми використовуємо в нашому розділі для нанесення багатошарових покриттів на штамповий інструмент, неабразивні тверді сплави, є хром у вигляді циліндричних брусків, азоту, аргону та ацетилену (у газоподібному стані) та технічного спирту.

Продукт, який ми отримуємо з цієї сировини, - це ударо стійке покриття з нітрид хрому на штампувальному інструменті. Оскільки наша частина використовується виключно в машинобудуванні, штампувальний інструмент повністю відповідає всім вимогам.

Матеріали добре взаємодіють між собою і утворюють міцну поверхню, яка відповідає необхідним вимогам і повністю забезпечує задані

властивості виробу, виготовлення якого передбачено проектом.

1.2.3 Опис технологічних операцій

Приведемо опис технологічних операцій методом PVD .

Операція шліфування

Ці операції зменшують висоту мікронерівностей, знімають окалину після термічної обробки.

Також зменшують контактну площу покриття з основою різця що призводить до кращої адгезії.

Ультразвукові мийка, сушка та обезжирювання

Після обробки деталі промивають ультразвуковими ваннами. Під впливом ультразвуку повітряні кулі утворюються на поверхні частини, в якій повітря знаходиться під тиском. Повітряні кульки, які розриваються на поверхні деталі, створюють ефект кавітації, що дозволяє видаляти брудні плівки з поверхні, навіть якщо вони мають молекулярний зв'язок з поверхнею. Після промивання ультразвуком його висушують і протирають спиртом перед завантаженням в камеру для напилення.

Нанесення покриття

Метод PVD заснований на тому, що плазмовий потік металу, утвореного вакуумною дугою з холодним катодом, прискорюється шляхом застосування негативного потенціалу до інструменту, на поверхні якого конденсуються іони та нейтральні атоми. Одночасно відбуваються хімічні реакції плазми з реактивним газом. Для того, щоб підготувати поверхню безпосередньо у вакуумній камері, її попередньо очищають та активують спочатку розрядом блиску під тиском приблизно 1,33 Па, потім прискореними потужними струменями високої щільності, отриманими при високій напрузі, та дуговим випарником. Деталі нагрівають до 300-600 ° С протягом 10-20 хвилин, внаслідок чого він твердне.

Запалювання дуги між катодом, що підлягає випаровуванню, та анодом за допомогою плазми запалювання може відбуватися за допомогою

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різних методів. Найпоширеніший метод - запалювання відірваною дугою.

Утворюється катодний струм електронів від 10 А до 100 А, який протікає через катод, а його поверхня локально випаровується. Місцеве плавлення відбувається діаметрами в межах від декількох 10 мкм до декількох 100 мкм. Такі плями зазвичай існують одночасно в різних місцях на поверхні катода. Атоми та іони випромінюються разом з крапельками (металевими крапельками) в діаметрі від декількох 100 нм до декількох 10 мкм. Завдяки високим локальним струмам (щільності потужності) випаровується матеріал значною мірою іонізується, зазвичай зі ступенем іонізації від 20% до майже 100%. Іони часто мають багаторазову іонізацію і прискорюються до швидкості в кілька десятків у процесі випаровування від 5^4 м / с до 10^5 м / с.

У покриттях із твердих матеріалів збуджені реакційноздатні гази, такі як азот та іони металів, потрапляють на поверхню компонента і осідають там як матеріал азотистого шару, наприклад, GrN. Відповідні реактивні гази можуть бути використані для відділення нітридів, карбідів, оксидів або їх сумішей. Зазвичай вибирають стехіометричні з'єднання.

Для охолодження катода, що підлягає випаровуванню, його зазвичай застосовують на базі випарника з водяним охолодженням. Окрім кругових випарників (кругла поверхня, що підлягає випаровуванню), використовуються також прямокутні та трубчасті випарники. Як правило, дуга орієнтується на випаровувану поверхню відповідними магнітними полями (щільність магнітного потоку в основному від 1 мТ до 10 мТ), які генеруються постійними магнітами, електромагнітами або комбінацією цих типів магнітів. Найбільш поширеною формою, що використовується промислово, є круглі випарники з магнітним полем наведення дуги.[13]

На рисунку 1.7 показана принципова структура круглого випарника АРА (Advanced Advanced Plasma Assisted) в поздовжньому розрізі.

У лівій частині показаний приклад магнітного поля, з'єданого для

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наведення листа, у правій частині показано поведінку листа в атмосфері азоту. Червоне світіння пояснюється збудженням азоту в плазмі.

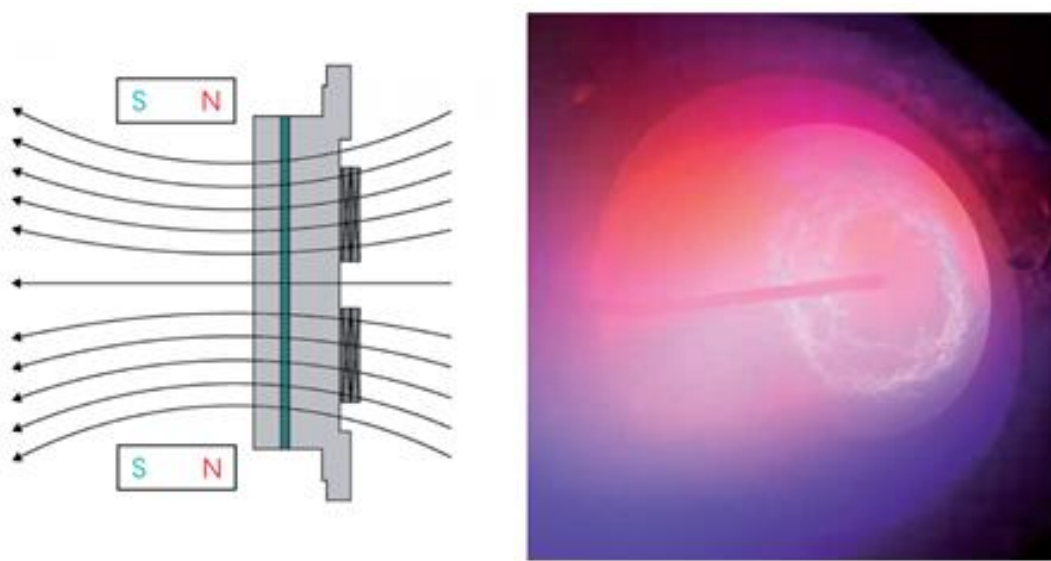


Рисунок 1.7 Схематичне зображення катода та магнітного поля (зліва), а також бігової доріжки дуги (праворуч) в атмосфері азоту

Тому метод PVD може бути використаний не тільки для дуже теплостійких матеріалів - твердих сплавів, але для більшості легованих сталей з низкою і помірною теплостійкістю, сучасні PVD установки дають можливість наносити покриття при більш низьких температурах 180°C і при цьому отримувати якісне покриття і гарну адгезію.[19]

Зазвичай принаймні один компонент металевого шару приводиться у паровий стан і частково іонізується. За кількома винятками (наприклад, TiB_2) для створення сполучних шарів необхідні реакційноздатні процеси з відповідним реактивним газом. Наступний приклад показує рівняння хімічної реакції для осадження стехіометричного шару Cr_2O_3 :



Процес PVD може також використовуватися для осадження шарів субстехіометричного (більша частка металевого компонента) або надстехіометричного (нижча частка металевого компонента) шарів.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Випаровування дуги процеси дугового розряду включають як випаровування анодної дуги в технологічному газі, так і випаровування вакуумного дугового розряду з технологічним газом або без нього.

В обох методах дуга запалюється між анодом і катодом при інтенсивності струму від кількох 10 А до декількох 100 А і, як правило, напругою нижче 100 В.

Випаровування анодної дуги відбувається в атмосфері інертного газу. Ця група процесів включає як випаровування порожнистої дуги катода, так і випаровування дугового розряду низької напруги, більш докладно описані нижче.

Крім того, температура підкладки впливає на процес нанесення та формування покриття, який складається з двох етапів; спочатку - від моменту адсорбції перших атомів (молекул) речовини через субстрат до моменту утворення суцільного покриття і нарешті, на якому плівка виростає до певної товщини. Умови, за яких відбувається початкова стадія, є визначальними для структури отриманої плівки, сили її адгезії до підкладки та часу утворення плівки.

Сучасні технічні засоби не дозволяють безпосередньо спостерігати явища стадії зародження, що відбуваються на ранній стадії, так що вони є гіпотетичними, що підтверджується виробничим досвідом. Дослідження впливу температури підкладки під час іонного обстрілу та на початку осадження на середню стійкість покритих твердих металевих пластин показали, що максимальний опір відповідає температурі приблизно 600 ° С. При більш низьких температурах спостерігається тенденція до відшаровування покриття, а при температурі вище оптимальної температури від 1000 до 1200 ° С є тенденція до руйнування.

Ці експерименти показують, що нагрівання субстрату до температури близько 600°C на початковій стадії утворення плівки не призводить до десорбції (вторинного випаровування) потенційних «бар'єрів» рельєфу, що мігрують на поверхні атомів.[17]

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптимальні температурні умови для покриття швидкодіючих ріжучих інструментів. На етапі іонного очищення та термічної активації поверхні підкладки найважливішими параметрами процесу є температура та час до досягнення цієї температури. Температура обмежена приблизно від 200 до 450 ° С, а час на очищення та термічну активацію відводиться протягом 5 - 10 хвилин. Такий вузький інтервал очищення зумовлений, з одного боку, необхідністю якісної чистки, а з іншого - захистом розмірів закруглених радіусів ріжучих країв від збільшення (подразнення).

На II стадії - осадження покриття - оптимальні умови для підтримки температури підкладки на рівні 400 ± 10 ° С. При цій температурі гарантується утворення покриття з найкращою структурою. На етапі III інструмент з покриттям охолоджують в установці камери.

Незважаючи на очевидну потребу підтримувати температурні умови на рівні, провести технологічний процес за цією схемою досить складно. Перш за все, це пов'язано з великою різноманітністю стандартних розмірів інструменту для швидкого різання, на який розміщена кришка. У цих випадках температура підкладки на інструментах різної форми та розмірів різна при однакових умовах експлуатації джерела плазми. У цьому випадку для підтримання оптимальних температурних умов необхідно істотно змінити електричні режими технологічного процесу PVD, що, в свою чергу, може вплинути на якість та структуру застосовуваних плівок.[20]

1.2.4 Технічний контроль і контроль якості продукції

Після розпилення визначають мікротвердість покриття на контрольних зразках. Навантаження вибирається виходячи з глибини відбиття:

мінімальна товщина шару покриття повинна перевищувати глибину відбиття в 10 разів. Тому для визначення твердості тонких покриттів

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються спеціальні відступи з робочою частиною у вигляді циліндра.

1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів

Матеріальний баланс є одним із основних показників виробничого підприємства та займає одне з важливих місць поруч з фінансовим балансом та балансом трудових ресурсів. Його використовують для обчислення потрібної кількості матеріалів на виході, скільки потрібно задіяти в роботі технологічного обладнання і формулювання техніко-економічних показників виробництва, яку проектується. [9]

Продуктивність цеху, що зазначено в завданні на проект, є одним з найважливіших показників для розроблення матеріального балансу для окремих операцій та всього технологічного процесу.

Для вирахування відносної добової продуктивності використовують розрахунок робочого часу устаткування на рік. Для цього спочатку розраховують календарну кількість днів у році для здійснення планово-попереджувальних ремонтних робіт, в процесі яких обладнання не буде здійснювати технологічний процес. Простий обладнання на заданій ділянці розраховується по кількості днів потрібних на ремонт обладнання з найвищою категорією складності, під час якого ремонтується все обладнання або якщо виконується послідовний ремонт — то сумується вся кількість необхідного часу на ремонт. Поточні ремонтні роботи та огляд обладнання виконується в неробочий час дільниці. На підставі графіку планово-попереджувальних робіт, що складено відповідно до нормативних заводських даних та даних попередніх періодів з врахуванням можливої організації та виконання робіт у вихідні та святкові дні, розраховується кількість днів, потрібних для ремонту обладнання неавтоматизованого виробництва. Для розрахунку дипломного проекту час, на виконання планово-попереджувального ремонту обладнання, приймається в межах 5%, а час

					ФК-зг-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потрібний для зміни технологічного процесу — до 1,5 % (у відповідності до класу складності обладнання)

При використанні однієї зміни роботи ремонтниками планово-попереджальний ремонт рекомендується виконувати 12 днів.

Розраховуємо добову продуктивність на основі даних річного плану виходу продукції та розрахованого фонду робочого часу проектного виробництва (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Баланс часу роботи цеху

Елементи балансу	Кількість днів
Календарне число днів	366
Час на планово-попереджальний ремонт	12
Загальнонаціональні свята	11
Вихідні дні	104
Неробочі дні цеху	127
Робочі дні цеху	239

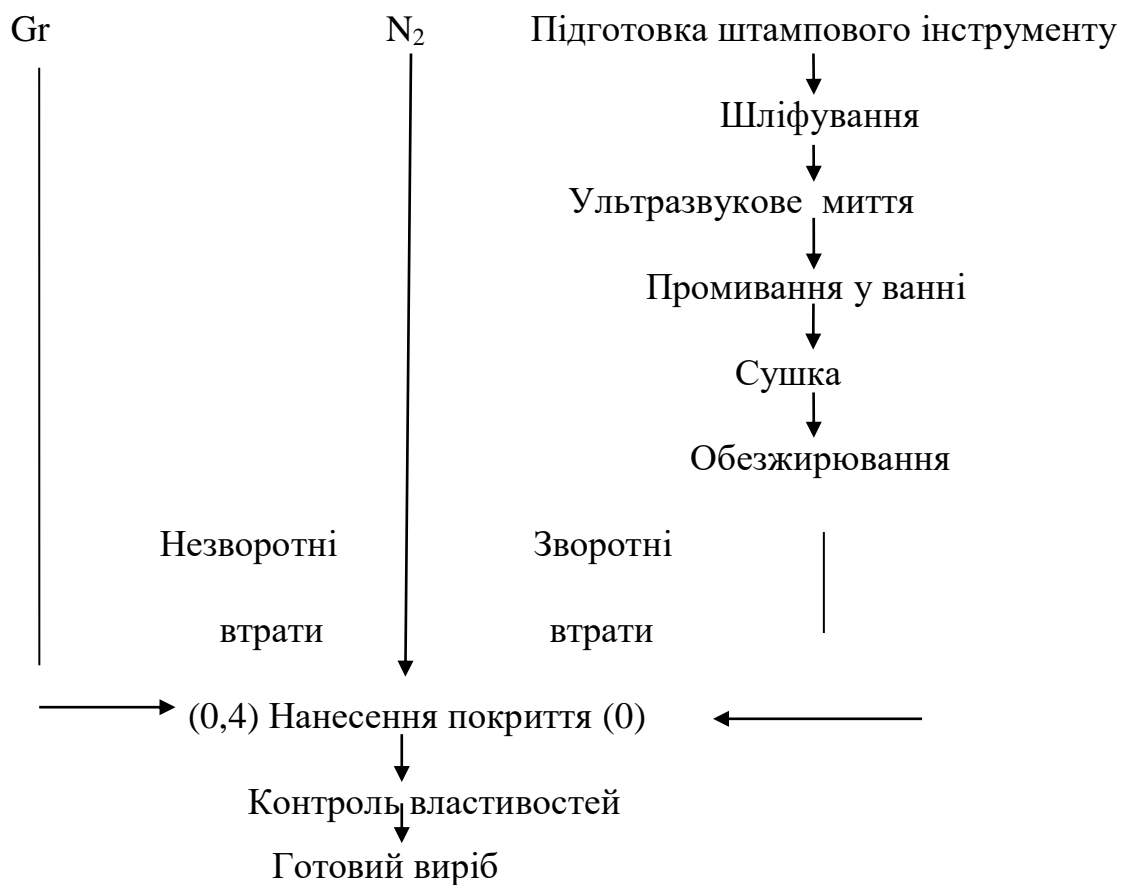


Рисунок 1.8 – Технологічна схема нанесення покриття на штамповий інструмент

На основі річного плану випуску, який складає $G = 33000$ шт/рік, розрахуємо необхідну кількість матеріалів і складемо матеріальний баланс. А також треба врахувати кількість робочих днів за рік n в даній роботі $n = 239$ днів, що зазначено у таблиці 1.6.

Отримавши дані про кількості робочих днів (n) та розрахувавши річний випуск продукції обчислюємо добову продуктивність цеху за сировиною:

$$A = G/n,$$

де n - кількість робочих днів на рік;

G - річний випуск продукції, кг. [9]

За умовами роботи ми маємо річний випуск продукції в шт/рік, необхідно його перевести в кг/рік. Для цього вихідні розміри деталі штамп $h = 10$ см і $d = 4$ см. Деталь на яку наноситься покриття зображено на – рисунку 1,1 в технологічному розділі.

Зносостійке покриття з нітриду хрому (CrN , при $\rho = 5,9$ г/см³), що наноситься на поверхню штамп, повинно мати товщину $H = 0,005$ см.

Обчислимо масу шару напиленого покриття однієї деталі:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} h$$

$$V = \frac{3.14 \cdot 4^2}{4} \cdot 0.005 = 0.0628 \text{ см}^3$$

$$m = \rho \cdot v$$

$$m = 5,9 \cdot 0,0628 = 0,37 \text{ г}$$

$$G = 33000 \cdot 0,37 \cdot 10^{-3} = 12,21 \text{ кг/рік}$$

Отже добова продуктивність дорівнює:

$$A = 12,21 / 239 = 0,0510 \text{ кг/день}$$

Визначення прямого поопераційного витягу:

$$\eta = 100 - (40 + 0) = 60\%;$$

Визначення загального витягу відносно вихідного матеріалу:

$$\varphi = (\varphi \cdot \eta) / 100 = 60\%$$

					ФК-зг-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення втрат відносно вихідного матеріалу:

$$(\beta_n(\alpha_n)=[b_n(a_n)*\varphi_{n-1}]/100$$

Витрати складають:

Зворотні $\alpha=0\%$;

Незворотні $\beta=(40*100)/100=40\%$

Визначення кількості сировини, необхідної на перший день:

$$A_0=(A/\varphi)*100,$$

де φ - вилучення гідного по всьому технологічному процесу.

$$A_0=(0,0510/60)*100=0,085 \text{ кг}$$

Визначення абсолютних втрат:

На операції напилення маємо такі витрати:

Зворотні $g=0\%$;

Незворотні $g=(0,085*40)/100=0,034 \text{ кг}$

Обчислимо суми зворотних витрат та визначимо масу матеріалу, яку потрібно вводити кожен день на початку процесу:

Для цього скористаємось формулою:

$$B=A_0-\sum g,$$

де $\sum g$ – додаток зворотних витрат;

$$B=0,085-0=0,085 \text{ кг}$$

Розрахуємо масу матеріалу, що надходить на кожну операцію і виходить з неї. На операцію напилення: надходить: 0,085 кг;

виходить: $0,085-0,034=0,051 \text{ кг}$.

					ФК-зг-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Матеріальний баланс виробництва

Найменування операції	Поопераційні втрати, %			Пряме поопераційне вилучення, %	Загальне вилучення, %	Втрати по відношенню до введенного в процес матеріал, %		Абсолютні втрати, кг		Кількість матеріалу поступаючого на операцію, кг			Кількість матеріалу, що виходить з операції, кг
	Зворотні витрати	Незворотні витрати	Загальні витрати			Зворотні витрати	Незворотні витрати	Зворотні витрати	Незворотні витрати	З середньої	Зворотні витрати	Взагалі	
Нанесення покриття	0	40	40	60	60	0	40	0	0,034	0,085	0	0,085	0,051

1.4 Вибір та розрахунок кількості обладнання

Для зменшення висоти мікронерівностей та заокруглення гострих кутів поверхні, на яку буде напилюватися покриття, піддають шліфуванню. Для цих цілей використовують круглошліфувальний станок моделі 3151.

1.4.1 Обладнання для шліфування

Виходячи із розмірів штампа вибираємо шліфувальний станок ЗА168.

Нижче подано його характеристики:

Потужність: 5кВт;

Розміри: 1,8х1,2х1,1 м;

Приблизна вартість: 3500 грн.

Витрачений час на операцію 6 хв.

Враховуючи розміри станка, обираємо продуктивність: 10 шт/год;

Кількість станків визначаємо за формулою:

$$\eta_{розр.} = \frac{A}{P\tau}$$

A – добова продуктивність, шт.

P – продуктивність агрегата шт/год

τ – кількість годин роботи на добу

$$\eta_{розр.} = \frac{138}{10 \times 8} = 1,73$$

$$Kз = \frac{1,73}{2} = 0,86$$

Приймаємо два станка із коефіцієнтом завантаження K=0,86.

					ФК-зГ-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1.4.2 Обладнання для ультразвукової мийки

Для очищення деталей із сталі, сплавів та неметалічних матеріалів від жирового та механічного забруднення перед напиленням проводимо оброблення в ультразвуковій ванні Jeken TUK-100.

- Потужність 2,4 кВт
- Робоча місткість 10 л
- габаритні розміри 0,33 x 0,27 x 0,310
- Вартість - 10920грн.

Оскільки об'єм ванни має бути заповнений на 30% деталями, а інший об'єм займає мийний засіб, то кількість деталей, що завантажуються за один раз складає:

$$N=0,3V/V_1,$$

де V_1 – об'єм однієї деталі, м^3 ;

V -робоча місткість ванни, м^3 .

Розрахуємо об'єм заготовки перед напиленням, за наступними вихідними даними:

$h=10\text{см}$; $d=4\text{см}$.

$$V=\frac{\pi \cdot d^2}{4} h$$

$$V = \frac{3.14 \cdot 4^2}{4} \cdot 10 = 125,6 \text{ см}^3$$

$$N = (0,3 \cdot 10 \cdot 10^{-3}) / (125,6 \cdot 10^{-6}) = 24 \text{ деталей}$$

Час необхідний на обробку однієї партії:

$$T=T_{\text{під}} \cdot N + T_{\text{доп}} + T_{\text{дод}} + T_{\text{осн}},$$

де $T_{\text{осн}}$ – основний час на операцію, хв;

					ФК-ЗГ-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{\text{дод}}$ – допоміжний час, хв;

$T_{\text{доп}}$ – додатковий час, хв;

$T_{\text{під}}$ – підготовчий час, хв.

$$T=0,05*24+5+5+20=0,52 \text{ год}$$

Продуктивність :

$$P=24/0,52=46 \text{ дет/год}$$

Розрахункова кількість агрегатів:

$$n_p=0,051/(46*0,00037*4),$$

$$n_p=0,75.$$

Фактична кількість машин $n_{\text{ф}}=1$

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_z=n_p/n_{\text{ф}}=0,75/1=0,75.$$

Отже приймаємо одну ультразвукову ванну з коефіцієнтом завантаження $K_z=0,75$.

1.4.3 Обладнання для промивання в ванні

Після проведення ультразвукової обробки поверхню деталі миють розчинниками різного роду - пральним порошком або поверхнево-активними речовинами. За допомогою такої обробки видаляють забруднення на поверхні напилювання, що призводить до збільшення зчеплення покриття з основою.

Промивання проводять в спеціальній ванні. Її характеристики:

Ванна ОМ-12190

					ФК-зГ-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри: L x B x H: 1,25x1,46x2,3 м;

Приблизна вартість: 4300 грн.

Враховуючи розміри ванни, обираємо продуктивність: 20 шт/год;

$$\eta_{розр.} = \frac{A}{P\tau}$$

A – добова продуктивність, шт.

P – продуктивність агрегата шт/год

τ – кількість годин роботи на добу

$$\eta_{розр.} = \frac{138}{20 \times 8} = 0,86$$

$$K_3 = \frac{0,86}{1} = 0,86$$

Кількість ванн приймаємо N=1.

1.4.4 Обладнання для напилювання

"Salzer Metaplast" характеристики:

- потужність 43 кВт;
- швидкість напилення 30 мкм/год;
- площа поверхні, яка напилюється 0.0628см³;
- витрати води 1 м³/год;
- габаритні розміри 1,70x 1,90 x 2,40 м;
- продуктивність напилення нітриду хрому на штампувальний інструмент 0,052....0,1 кг/год;
- вартість 470,000 грн.

В даній установці можна напилювати 70 деталей за одне завантаження.

Обчислимо час, який необхідний для напилення однієї партії:

$$T = T_{\text{під}}/n + T_{\text{доп}} + T_{\text{дод}} + T_{\text{осн}},$$

де $T_{\text{осн}}$ – основний час на операцію, хв;

					ФК-зг-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{\text{дод}}$ – допоміжний час, хв;

$T_{\text{доп}}$ – додатковий час, хв;

$T_{\text{під}}$ – підготовчий час, хв.

$$T=10/57+10+10+30=50\text{хв}=0,83\text{год}$$

Продуктивність: $P=70/0,83=84$ дет/год

Розрахункова кількість агрегатів:

$$n_p=g/P\tau,$$

$$n_p=0,05/(84*0,00037*4)=0,40$$

Фактична кількість машин $n_{\text{ф}}=1$.

Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_z=n_p/n_{\text{ф}}=0,40/1=0,40.$$

Отже, приймаємо одну установку з коефіцієнтом завантаження $K_z=0,40$.

Активация поверхні буде відбуватися в цій же установці.

					ФК-зг-61-1.7103.1103.005.01ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 – Зведена відомість обладнання цеху

Операція	Обладнання	Продуктивність, шт/год	Кількість годин роботи агрегату на добу	Добове завдання, шт.	Прийнятна кількість одиниць обладнання	Коефіцієнт завантаження	Встановлена потужність, кВт	Вартість, тис. грн.
Шліфувальна	Шліфувальний станок	10	2	138	1	0,86	10	18
Ультразвукова мийка	Ультразвукова ванна УЗВ-15М	46	4	138	1	0,75	2,4	11
Обладнання для промивання в ванні	Ванна ОМ-12190	20	7	138	1	0,86		43
Напилення	«Salzer Metaplast»	84	8	138	1	0,40	43	470

2 РОЗДІЛ ОХОРОНА ПРАЦІ

2.1 Мета розділу

Охорона праці є невід'ємною частиною організації праці і виробництва. Вона вимагає створення таких умов трудової діяльності, при яких виключається вплив на працюючий персонал небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Здоров'я і безпечні умови праці персоналу можуть бути забезпечені виконанням науково обґрунтованих правил і норм.

Крім того, охорона праці включає організаційні і технічні заходи, спрямовані на усунення причин травматизму і захворювань робітників та службовців на виробництві, створення для них безпечних умов, поступову ліквідацію шуму і вібрацій, запиленості виробничих приміщень, будівництво і реконструкцію санітарно-побутових приміщень, поліпшення забезпечення робітників засобами індивідуального захисту. Усе це в комплексі підвищує продуктивність праці людини і зберігає її здоров'я.

Головною метою розділу є аналіз небезпечних факторів, які можуть виникнути під час формування плівок методом магнетронного напилення та розробка заходів для їх усунення.

2.2 Організаційні питання ОП на підприємстві

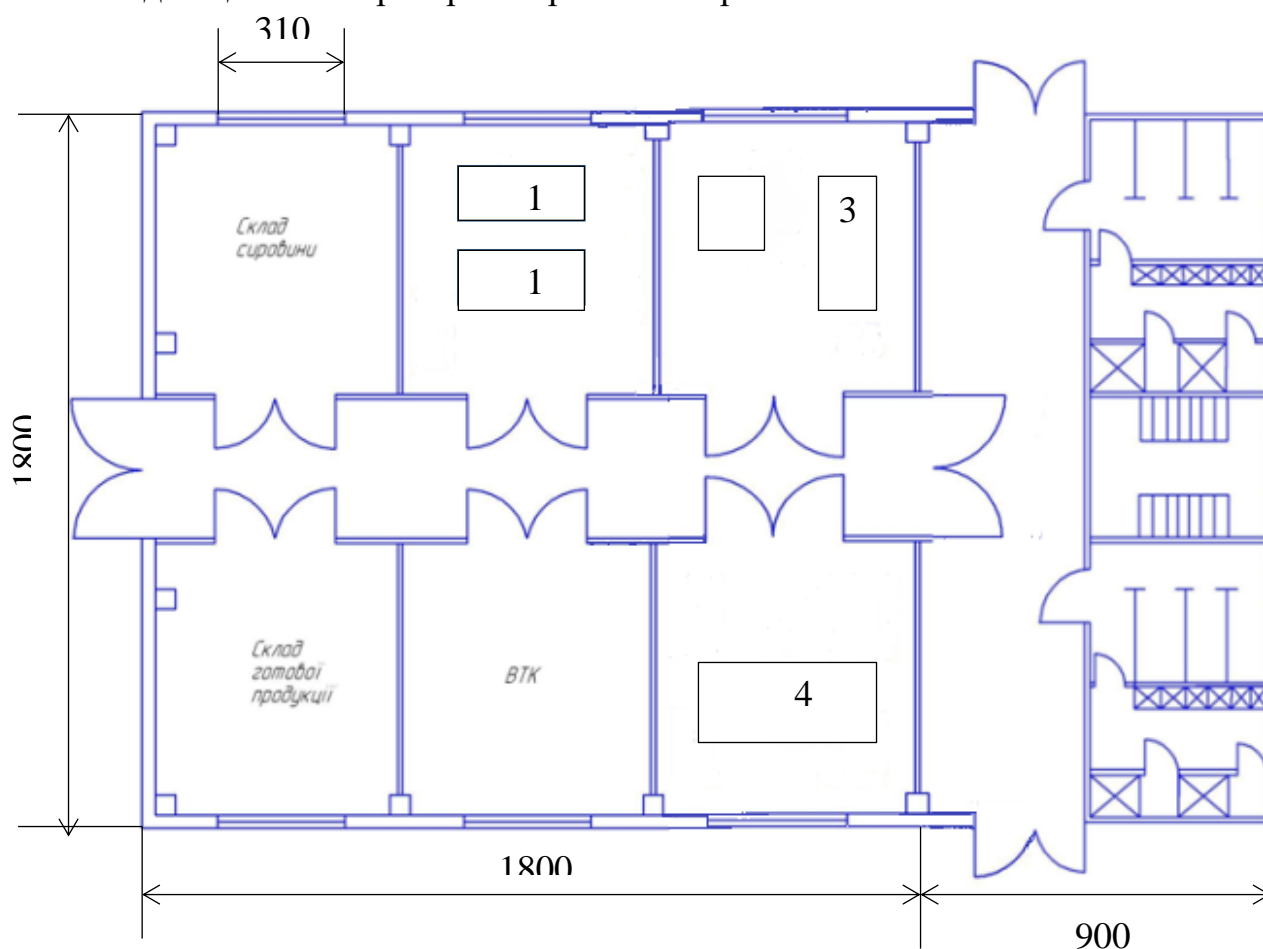
Згідно із законом України “Про охорону праці” за порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці встановлено різні види відповідальності: дисциплінарна, адміністративна, матеріальна, кримінальна. Передбачена відповідальність як підприємств, так і самих працівників.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Стовбур Б.М.			Розділ Охорони Праці		Літ.	Арк.
Перевір.		Руденький С.О.						46
Реценз.							ІФФ, ФК-зг-61-1	
Н. Контр.								
Затверд.		Руденький						

2.3 Аналіз параметрів приміщення

Дана дипломна робота проводиться в Банкното-Монетному дворі України. Суть роботи полягає в отриманні ударно стійкого покриття з нітрид хрому на сталюу деталь методом дугового напилення та дослідження їх властивостей.

Площа цеху, де виконується робота, становить 486 м^2 , висота приміщення дорівнює 3 м, кількість працюючих в цеху – 12 працівників. План дослідної лабораторії зображено на рис. 2.1.



1 – шліфувальний станок; 2 – ультразвукове установа; 3 – ванна для промивання; 4 – установка для напилення;

Рисунок 5.1 План робочого цеху

Приміщення за геометричними параметрами відповідає основним вимогам до будівель виробничого призначення. Проектування цеху інтер'єру

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничих приміщень виконуються у відповідності до СНиП 2.09.02-85. Обладнання, що використовується в роботі працює без застосування рентгенівського чи електронного випромінювання, шум та вібрація відсутні, тому заходи безпеки, щодо цих факторів, не передбачені. Електромагнітне випромінювання, яке виникає під час магнетронного формування плівок, знешкоджується спеціальним приладом, котрий передбачений конструкцією установки.

2.4 Аналіз параметрів мікроклімату в приміщенні

Мікроклімат, як фактор виробничого середовища, впливає на теплообмін організму людини з цим середовищем і, таким чином, визначає тепловий стан організму людини в процесі праці.

Для забезпечення оптимального мікроклімату "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" ДСН 3.3.6.042-99 встановлюють оптимальні і допустимі температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні в залежності від пори року та категорії важкості робіт. Згідно ДСН 3.3.6.042-99 категорія важкості робіт - легка 1б. Ця категорія включає в себе легкі фізичні роботи, які супроводжуються деякою фізичною напругою та виконуються сидячи, стоячи і роботи пов'язані з ходьбою. Нормовані величини параметрів мікроклімату в робочій зоні промислових приміщень приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 2.1 – Оптимальні параметри мікроклімату робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Легка І б	21-23	60-40	0.1
Теплий	Легка 1б	22-24	60-40	0.2

Фактично температура повітря в лабораторії 18 - 22 °С - у холодний період, 19 - 25 °С- в теплий період року; відносна вологість - 40-60 %, швидкість руху повітря - не більше 0,2 м/с, що відповідає прийнятим допустимим параметрам.

На основі вище написаного можна зробити висновок, що мікроклімат в лабораторії відповідає вимогам санітарних норм.

2.5 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників в приміщенні

При виконанні цієї роботи використовувалась сучасна установка Salzer Metaplast для нанесення плівок дуговим методом. Використано катод з Gr, також робочий газ азот; аргон.

Робота складається з етапів: підготовка штампувального інструменту, загрузка штампів, відкачка вакууму, збудження основи штампів методом іонно плазмової очистки, напилення плівки на підкладку. Під час підготовки підкладок може застосовуватись спирт або спеціальний бензин. Всі шкідливі і небезпечні виробничі фактори занесені до рисунок 3.1.

Таблиця 2.2 – Шкідливі і небезпечні виробничі фактори

Найменування операцій	Устаткування	Потенційні небезпеки
Підготовка підкладок		пожежа
Напилення плівки на підкладку	Установка для напилення	Електронебезпека, вибухонебезпека

2.6 Освітлення приміщення

Освітлення поділяється на 3 види: природне, штучне, суміщене.

Природне освітлення – освітлення приміщень світлом неба, що потрапляє через світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях. За своїм спектральним складом воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення може бути: бічним, верхнім і комбіноване. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО.

Штучне освітлення буває двох систем: загальне і комбіноване. Загальне освітлення – це освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно, або, як розташоване устаткування. Комбіноване освітлення – це освітлення, при якому до загального освітлення додається місцеве. Місьцеве – це додаткове до загального освітлення, що створюється світильниками, концентрує світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Суміщене освітлення – це освітлення, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

В виробничому цеху використовується система сумісного освітлення – освітлення, при якому в світлий час доби використовується природне та штучне освітлення. При цьому, недостатнє, за умовами зорової роботи, природне освітлення доповнюється штучним, яке задовольняє ДБН В 2.5-28-2006.

Природне освітлення в цеху – бокове через світлові прорізи. Джерелом штучного освітлення є люмінесцентні лампи. Штучне освітлення – комбіноване, тобто світильники розміщені у верхній зоні приміщення (на стелі) рівномірно (загальне штучне освітлення) і на кожному столі встановлено світильник, який концентрує світловий потік безпосередньо на робочих місцях (місьцеве освітлення). Для загального штучного освітлення використовуються електричні лампи ЛД-40.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В світлий час доби (вдень) використовується, в основному, природне освітлення. Воно забезпечує добру освітленість внаслідок високої дифузійності, сприятливо впливає на зір та зменшує затрати на електроенергію, тобто економічне. Природне освітлення лабораторії визначається коефіцієнтом природного освітлення згідно ДБН В 2.5-28-2006.

3.7 Електробезпека

Відповідно до ПУЕ, приміщення за небезпекою електротравм відноситься до категорії приміщень з підвищеною небезпекою, оскільки в ньому можливе одночасне доторкання до металевих заземлюючих предметів і корпусів електроустановок, в результаті цього може бути ураження електричним струмом. За характером середовища відноситься до нормальних – сухі приміщення, в котрих відсутні ознаки жарких та запилених приміщень та приміщень з хімічно активним середовищем.

Цех Банкотно-монетного двору України - сухі безпиллові приміщення з нормальною температурою повітря та з ізолюючою підлогою.

Електроустановка, що використовується при виконанні даної роботи, живиться напругою 380В від і змінного струму частотою 50 кГц. Джерело – спеціальна трифазна розетка. Частота регулюється спеціальним пристроєм, передбаченим конструкцією установки.

Причинами ураження електричним струмом можуть бути:

1. Доторкання до частин електроустановки, що випадково знаходяться під струмом внаслідок замикання фази на корпус, ушкодження ізоляції або іншої несправності.

2. Потрапляння під напругу під час проведення ремонтних робіт на вимкненому обладнанні за причиною помилкового включення або з причини недотримання часу, необхідного для зняття електричних зарядів з високовольтних шин, розрядки конденсаторів.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вплив електричного струму на організм може мати небезпечні для здоров'я людини наслідки і навіть привести до смерті. Ймовірність смертельного випадку при враження електричним струмом вища, ніж при інших причинах травматизму.

Фактори, які впливають на ураження електричним струмом:

1. дотик до неізольованих струмопровідних частин електроустановок, які знаходяться під напругою, або до ізольованих при фактичних пошкодженій ізоляції;
2. дотик до струмопровідних частин електроустановок, або до електрично зв'язаних з ними металоконструкцій, які опинилися під напругою;
3. дія напруги кроку;
4. ураження через електричну дугу.

При розробці захисних заходів, вважають небезпечним – пороговий невідпускаючий струм (найменше значення невідпускаючого струму) коливається в межах 10 – 15 мА для перемінного струму і 50 – 80 мА для постійного.

Допустима напруга для людини при нормальному (не аварійному) режимі роботи електроустановки не повинна перевищувати 2-3 В для перемінного струму і 8 В для постійного.

Найбільш небезпечна частота – 50...60 Гц.

На дільниці, де проводилися дослідження, правильно виконано захисне заземлення корпусів, електроустаткування і приладів. Розташування робочих місць таке, що виключається можливість дотику до корпусів електроустаткування і приладів НПАОП 40.1-1.32-01.

2.7.1 Перевірочний розрахунок захисного заземлення

За наявності обладнання, що має наступні характеристики:

- живлення 220, 380 В (змінного струму);

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- цех відноситься до категорії особливо небезпечних.

Для даної установки необхідно виконати розрахунок захисного заземлення. Згідно ПУЕ-98, захисне заземлення слід виконати:

- при напрузі змінного струму 380 В і вище та при напрузі постійного струму 440 В і вище в усіх електроустановках;
- при номінальній напрузі вище 42 В змінного та 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною або особистою небезпекою.

При розрахунку заземлення використовуємо наступні параметри :

1. напруга устаткування, що заземлюється, 220 В;
2. електроустановка з ізолюованою нейтраллю;
3. ґрунт: суглинок, $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
4. діаметр стержня, $d = 15 \text{ мм}$;
5. довжина стержня, $l = 3 \text{ м}$.

Визначаються припустимі опори пристрою, що треба заземлити $R_g = 10 \text{ Ом}$ (електроустановки напругою до 1000 В з ізолюованою нейтраллю та при сумарній потужності генераторів чи трансформаторів 100 кВт·А та менше).

Визначаються опори штучних заземлень:

$$R_U = R_g = 10 \text{ Ом},$$

Вибираємо тип і розміри вертикального електрода заземлення. У якості вертикального заземлення вибираємо сталевий стержень (діаметр – 15 мм, довжина 3 м).

Опір ґрунту $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Розраховуємо опір розтіканню з одного вертикального електрода по формулі:

$$t = t_0 + l/2,$$

$$t_0 = 0,6 - 0,8,$$

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi d} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right);$$

$$R_1 = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{15 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 32 \text{ Ом},$$

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Внаслідок того, що опір одного вертикального електрода більше необхідного R_U , пристрій, що заземлює застосовується у такому вигляді, що складається з декількох паралельно з'єднаних одиночних заземлень. Необхідна кількість вертикальних електродів визначається залежністю:

$$n = \frac{R_1}{\eta_e R_U},$$

де η_e – коефіцієнт взаємного екранування електродів, що залежить від кількості електродів і їх взаємного розташування.

У такий спосіб для визначення необхідної кількості вертикальних електродів необхідно задатися розташуванням і умовним числом електродів.

Вертикальних електродів 6 штук; η_e буде дорівнювати 0,78 з таблиці 7.5 [23], а кількість електродів:

$$n = \frac{32}{(0,78 \times 10)} = 4,1 \cong 4 \text{шт.}$$

Вибираємо форму перетину з'єднувальної смуги: сталева смуга товщиною 4 мм і шириною 40 мм. Визначаємо довжину сполучної смуги:

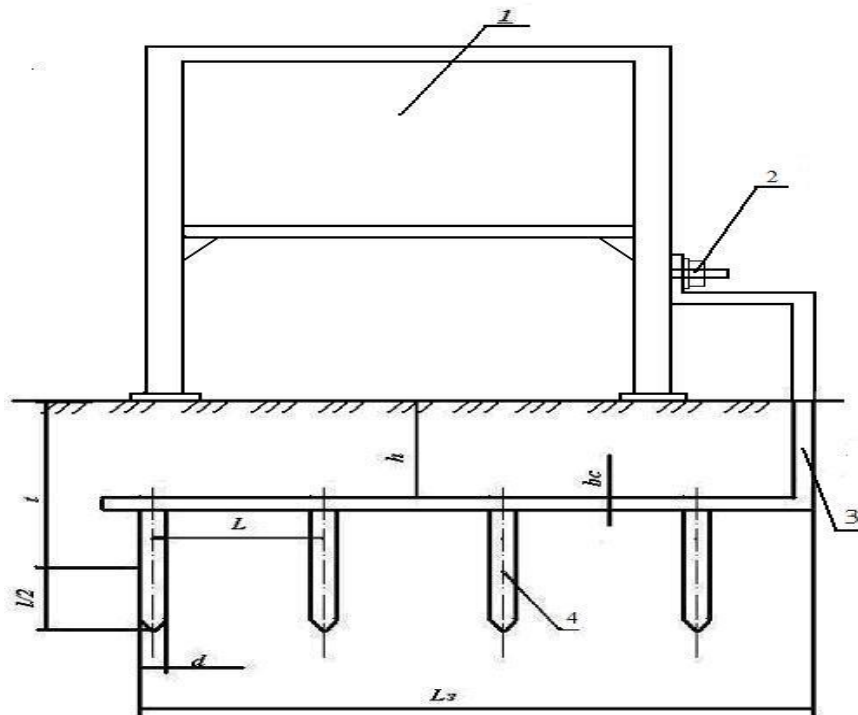
$$l_n = a(n-1),$$

$$l_n = 3(4-1) = 9 \text{ м,}$$

де a – відстань між вертикальними електродами $a = l = 3 \text{ м.}$

На рисунку 2.2 зображена схема захисного заземлення.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



1 – електроустановка для нанесення плівок дуговим методом; 2 – гвинтове з'єднання; 3 – з'єднувальна стрічка; 4 – заземлювач; L – відстань між заземлювачами; L_z – загальна довжина заземлення; l – довжина заземлювача; d – товщина заземлювача; b_c – ширина стрічки; h – глибина закладання заземлювачів; t – відстань від середини заземлювача до поверхні ґрунту

Рисунок 2.1–Схема захисного заземлення.

Визначаємо опір розтіканню струму з'єднувальної смуги:

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi\eta_e} \ln \frac{2l_n^2}{bt_n},$$

Де η_e - коефіцієнт екранізування сполучної смуги і вертикальних електродів. ($\eta_e = 0,75$):

$$R_n = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,75} \ln \frac{2 \cdot 9^2}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,82} = 6,015 \text{ Ом},$$

Визначаємо еквівалентний опір штучних заземлень:

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$R_u' = \frac{R_1 R_n}{R_1 + n \eta_n R_n};$$

$$R_u' = \frac{32 \cdot 6,015}{32 + 4 \cdot 0,85 \cdot 6,015} = 8,13 \text{ Ом}$$

Отриманий еквівалентний опір пристрою, що заземлює, не перевищує припустимий опір, опір вимоги ПУЕ-98.

2.8 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Цех знаходиться в будівлі, що відноситься до першого ступеня пожежної безпеки згідно. Цех збудований з вогнетривкого будівельного матеріалу згідно вимогам СНиП 2.01.02-85.

Документом ОНТП 24-86: встановлюється категорія приміщення Б, в зв'язку з тим, що там є речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5кПа, а саме азот, аргон, спирт, бензин. Клас зони по вибухонебезпечності вибухонебезпечна зона класу 2 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Причиною пожежі можуть бути: самозаймання рідин, що легко займаються, таких як спирт, бензин; пошкодження електропроводки; перевантаження і великі перехідні опори, а також порушення правил збереження матеріалів.

Для запобігання самозапалення різних матеріалів, таких як спирт, бензин, розроблені правила їхнього зберігання і використання. Зберігання цих матеріалів проводиться в металевій тарі, що щільно закривається.

У зв'язку з тим, що в лабораторії більшість устаткувань живиться електричним струмом, тому основним засобом пожежогасіння є вогнегасник

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВП-6, також в цеху є джерело води. Приміщення обладнане пожежною сигналізацією автоматичної дії комбінованого типу (теплові або димові повідомлювачі). В виробничому цеху для сигналізації про пожежу знаходиться датчик типу РИД-1, який реагує на появу диму в повітрі.

Основними заходами по пожежній безпеці є регулярна перевірка працездатності засобів гасіння пожежі і систем пожежної сигналізації; перевірка справності електричної проводки; обережне відношення з легкоплавкими речовинами. Виконувати роботи необхідно лише на робочому місці.

2.9 Заходи безпеки в разі виникнення надзвичайних ситуацій

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій — це підготовка та реалізація комплексу правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу (спостережень), експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Основні заходи для уникнення надзвичайних ситуацій:

- ведення спостереження і здійснення контролю за станом довкілля, обстановкою на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглий до них території;

- розроблення і виконання цільових і науково-технічних програм і заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям, забезпечення безпеки і захисту населення, зменшення можливих матеріальних втрат, забезпечення сталого функціонування об'єктів економіки та збереження національної культурної спадщини у разі виникнення надзвичайної ситуації;

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вдосконалення процесу підготовки персоналу уповноважених органів з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, підпорядкованих їм сил;

- організація навчання населення методів і користування засобами захисту, правильних дій у цих ситуаціях;

- створення і поновлення резервів матеріальних та фінансових ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій;

- здійснення цільових видів страхування;

- оцінка загрози виникнення надзвичайної ситуації та можливих її наслідків.

Основні заходи у режимі діяльності у надзвичайній ситуації:

- організація захисту населення і території;

- переміщення оперативних груп у район виникнення надзвичайної ситуації;

- організація роботи, пов'язаної з локалізацією або ліквідацією надзвичайної ситуації, із залученням необхідних сил та засобів;

- визначення межі території, на якій виникла надзвичайна ситуація;

- здійснення постійного контролю за станом довкілля на території, що зазнала впливу наслідків надзвичайної ситуації, обстановкою на аварійних об'єктах і прилеглий до них території;

- інформування органів управління щодо рівня надзвичайної ситуації та вжитих заходів, пов'язаних з реагуванням на цю ситуацію, оповіщення населення та надання йому необхідних рекомендацій щодо поведінки в умовах, які склалися.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

3 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою енергетичної частини проекту є розрахунок кількості електроенергії, яка необхідна для забезпечення нормальної роботи цеху, а також витрат палива, газів та інших джерел енергії.

Витрати електроенергії на освітлення залежить від спланованого приміщення для виробництва та призначення. Спланована діляниця складається зі складу сировини, відділу віброабразивної обробки та ультразвукової мийки, відділу напилювання, ВТК та майстра. Витрати енергії на освітлення розраховуються по формулі:

$$Q = \frac{S \cdot q \cdot \tau \cdot f}{1000}$$

де S — освітлювана площа, m^2 ;

q – поверхнева щільність теплового потоку, $Вт/m^2$ (для виробничих приміщень $13 \text{ Вт}/m^2$, для побутових та службових приміщень $10 \text{ Вт}/m^2$);

τ – число годин горіння на рік;

f – коефіцієнт одночасності горіння (для виробничих приміщень $0,8$; для побутових та службових приміщень $0,7$).

Склад сировини:

$$Q = \frac{40 \cdot 10 \cdot 1434 \cdot 0,7}{1000} = 401,52 \text{ кВт}/\text{год}$$

Відділення віброабразивної обробки:

$$Q = \frac{40 \cdot 13 \cdot 1912 \cdot 0,8}{1000} = 795,39 \text{ кВт}/\text{год}$$

					ФК-зг-61-1.7103.1103.005.01ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Стовбур Б.М			ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ			Літ.		Арк.	Акрушів
Перевір.		Руденький								59	
Реценз.								ІФФ, ФК-зг-61-1			
Н. Контр.											
Затверд.		Руденький									

Відділення ультразвукової мийки:

$$Q = \frac{40 * 13 * 1912 * 0,8}{1000} = 795,39 \text{ кВт/год}$$

Відділення напилення:

$$Q = \frac{40 * 13 * 1912 * 0,8}{1000} = 795,39 \text{ кВт/год}$$

ВТК:

$$Q = \frac{40 * 10 * 1912 * 0,7}{1000} = 535,36 \text{ кВт/год}$$

Склад готової продукції:

$$Q = \frac{40 * 10 * 1434 * 0,7}{1000} = 401,52 \text{ кВт/год}$$

Обсяг витрат електроенергії на роботу обладнання, визначаємо на підставі вибору та розрахунку кількості обладнання, його потужності та режиму роботи:

$$E = M \cdot \Phi_0 \cdot \eta_{\text{зв}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

де М – встановлена потужність обладнання, кВт;

Φ_0 – річний фонд часу роботи обладнання, год;

η – коефіцієнт завантаження обладнання;

K_1 – коефіцієнт одночасності роботи, приймається рівним для електропечей 0,6, для двигунів 0,3;

K_2 – коефіцієнт використання потужності, дорівнює 0,7.

Відділ шліфувальної обробки:

$$E = (2 \cdot 7 \cdot 1912 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 0,7) = 13384 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Відділення ультразвукової мийки:

					ФК-зГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E=(2,4 \cdot 1434 \cdot 0,18 \cdot 0,3 \cdot 0,7)=3441,6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Відділення напилювання:

$$E=(43 \cdot 1912 \cdot 0,40 \cdot 0,6 \cdot 0,7)=82216 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Таблиця 2.1 Загальнорічні витрати електроенергії на технологічне обладнання.

Таблиця 2.2 Витрати електроенергії на освітлення.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 3.1 – Загально річна витрата електроенергії на технологічне обладнання

[illegible]

Змін.		Татлиця 3.2 Загально річна витрата електроенергії на освітлення				
Арк.						
№ докум.		Найменування споживача	Площа приміщення $S, \text{ м}^2$	Поверхнева щільність теплового потоку Вт/м^2	Коефіцієнт одночасності горіння f	Число годин горіння на рік τ
Підпис		Склад сировини	40	10	0,7	1434
Дата		Відділ шліфувальної обробки	40	13	0,8	1912
ФК-зГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ		Відділ ультразвукової мийки	40	13	0,8	1912
		Відділ напилення	40	13	0,8	1912
		ВТК	40	10	0,7	1912
		Склад готової продукції	40	10	0,7	1434
		Всього витрат, кВт • год				3189,21
Арк.	63					

4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Однією із важливих складових собівартості продукції є витрати на оплату праці. Фонд оплати праці формується з доходу підприємства отриманого від здійснення господарської діяльності, а в підприємствах, які фінансуються за рахунок державного бюджету — частково з доходу підприємства від здійснення господарської діяльності, державних дотацій або спеціальних фондів та грантів та інших джерел фінансування. Необхідну кількість та кваліфікацію робітників цеху, що проектується, розрахуємо та відобразимо у таблиці. Розрахунок робітників здійснюється відповідно до кількості устаткування та технологічних процесів.

Відповідно статті 2 Закону України “Про оплату праці” заробітна плата складається з:

- Основна заробітна плата. Це - винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців.

Додаткова заробітна плата. Це - винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Вона включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством; премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

Інші заохочувальні та компенсаційні виплати. До них належать виплати у формі винагород за підсумками роботи за рік, премії за спеціальними системами і положеннями, виплати в рамках грантів, компенсаційні та інші

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<div>ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ</div> <div>РОЗДІЛ</div>				
Розроб.		Стовбур Б.М.							
Перевір.		Руденький С.О							
Реценз.									
Н. Контр.									
Затверд.		Руденький С.О							
					Літ.	Арк.	Акрушів		
							64		
					ІФФ, ФК-зг-61-1				

грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами чинного законодавства або які провадяться понад встановлені зазначеними актами норми.

Організація оплати праці на підприємстві здійснюється відповідно до законодавчих та інших нормативних актів, генеральної угоди затвердженої на національному рівні, галузевих (міжгалузевих) та територіальних угод, колективних та трудових договорів, а також в разі відсутності колективного договору на підприємстві акту роботодавця, виданого після погодження з вільно обраними та уповноваженими представниками (представником) працівників.

На території України діє тарифна система оплати праці та інші системи, що формуються на підставі оцінок складності робіт, що виконуються і кваліфікації працівників.[1]

Тарифна система праці -це сукупність нормативних актів, що встановлюють нормативи для розрахунку основної заробітної плати відповідно до професій, спеціальностей та кваліфікацій працівників.

Тарифна система оплати праці включає: тарифні сітки, тарифні ставки, схеми посадових окладів і професійні стандарти (кваліфікаційні характеристики).

Базовим показником для розрахунку заробітної плати - є мінімальна заробітна плата, яка встановлюється та затверджується постановами Кабінету міністрів України.

Роботодавець присвоює виконану роботу за певними тарифними категоріями та присвоює кваліфікаційним категоріям працівників відповідно до професійних стандартів (кваліфікації) відповідно до обраного органу первинної профспілкової організації (профспілкового представника).

Вимоги до кваліфікації та спеціальних знань працівників, їх завдань, обов'язків та спеціалізації визначаються професійними стандартами або кваліфікацією професій працівника.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порядок розробки та затвердження професійних стандартів визначається Кабінетом Міністрів України.

Порядок розроблення та затвердження кваліфікаційних характеристик визначається центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері праці, трудових відносин та зайнятості населення.

Тарифно-кваліфікаційні довідники у вигляді Єдиного тарифного кваліфікаційного довідника робіт і професій робітників (ЄТКД) - це збірник нормативних актів, що містить кваліфікаційні характеристики робіт і професій, згруповані за виробництвами та видами робіт. ЄТКД призначено для тарифікації робіт, надання кваліфікаційних розрядів робітникам, а також для формування навчальних програм підготовки їх підвищення кваліфікації робітників.

Кваліфікаційні списки посад керівників, спеціалістів та службовців - це нормативні документи, що містять загальні галузеві кваліфікаційні характеристики цих категорій працівників. Вони вказують на професійні обов'язки, вимоги до знань та професійний досвід у цій галузі, рівень та профіль підготовки керівників, спеціалістів та службовців.

Тарифна мережа оплати праці визначає відповідні умови працівників різної кваліфікації. Це дійсний перелік тарифних категорій та відповідних коефіцієнтів. Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка, абсолютна величина якої визначається відповідно до встановленої державою мінімальної заробітної плати, тобто таким чином, що працівнику не може сплачуватися ставка робочого часу нижче неї. Відповідно, розраховуємо заробітну плату працівників з урахуванням додаткових грошових премій та підсумовуємо результати в таблиці.

Необхідну кількість та кваліфікацію робітників цеху, що проектується, розрахуємо та відобразимо у таблиці 4.1. Розрахунок робітників здійснюється відповідно до кількості устаткування та технологічних процесів.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потім визначаємо чисельність та оклади управляючого персоналу (начальник цеху, майстри, контролери ВТК), спеціалістів (провідний інженер-технолог, інженер-технолог) та обслужуючого персоналу (комірник, прибиральниця) та зводимо до таблиці 4.2. Чисельність управляючого персоналу вибираємо з відповідністю до підприємства аналога.

Таблиця 4.1 - Баланс робочого часу цеху середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	366
Вихідні та святкові дні	109
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	12
Номінальний фонд робочого часу, днів	239
Невиходи на роботу, днів з них:	26
відпустки	24
захворювання	4
дозволені законом	1
3 дозволу адміністрації	0,5
прогули	0,5
Цілодобові простої	-
страйки	-
Явочний робочий час, днів	220
Середня тривалість робочого дня, год	7,9
Внутрішньо змінні втрати робочого часу на простої, год	0,3
Робочі години	7,6
Ефективний фонд часу за рік, год	1672

Таблиця 4.2 – Чисельність основних та допоміжних робітників цеху

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність по змінах			Загалом на добу	Коефіцієнт переводу	Облікова чисельніст ь
		1-а	2-а	3-я			
Основні робітники							
Шліфувальник	4	2			2	1,12	3
Робочий на ультразвуковій мийці	3	2			2	1,12	2
Металізатор	5	2			2	1,12	3
Допоміжні робітники							
Наладник- слюсар	6	1			1	1,12	1
Вантажник	3	1			1	1,12	2
Черговий слюсар- електрик	5	1			1	1,12	1
Всього робітників дільниці					9		12

4.2 Визначення фондів заробітної плати

Заробітна плата - одна з основних факторів підвищення продуктивності яка заохочує робітника до праці. Існують такі види заробітної плати: відрядна, прогресивна робота, погодинна заробітна плата, погодинний бонус, акорд.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Основна заробітна плата робітників розраховується на основі ставок зазначених в тарифній сітці. Додаткова зарплата включає оплату регулярних відпусток та інші заплановані втрати робочого часу. Фонд додаткової зарплати визначається у відсотках від основної зарплати. Результати розрахунків із заробітною платою заносяться до таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Розрахунок фонду заробітної платні управлінського персоналу

Професія, спеціальність	Чисельність осіб	Місячний посадовий оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
Керівники			
Начальник	1	20000	240000
Майстер	1	15000	180000
Контролер ВТК	1	10000	120000
Спеціалісти			
Пров. інженер	1	15000	180000
Інж.-технолог	1	13000	156000
Службовці та МОП			
Комірник	1	8480	113760
Прибиральниця	1	5300	63600
Всього по дільниці			1052360

4.3 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці, яка відображає ефективність роботи трудового колективу, розраховують як відношення річного обсягу виробництва до облікового складу всіх працівників цеху (робітників та управлінського персоналу).

Таким чином, продуктивність праці Π - це річний обсяг продукції, виготовленої з розрахунку на одного працівника цеху: $\Pi = \frac{G}{\sum \text{Ч}}$,

де G - обсяг продукції, виготовленої дільницею за рік, кг;

$\sum \text{Ч}$ – чисельність працівників усіх категорій (робітників і управлінського персоналу)[9]

					ФК-зГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змн.			Таблиця 4.4 – Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників												
Арк.															
№ докум.			Професія, спеціальність	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн/год	Облікова чисельніс ть	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, грн.	Розрахунок основної заробітної плати				Загальний фонд заробітної плати, грн.	
	Надбавки									Разом (8+9+10+ 11)					
	1-го робітни ка	Всіх					Премії (40% з/п)	За роботу в особли- вих умо- вах (18% з/п)			Оплата відпусток (12% з/п)	Інші над- плати та надбавки (10% з/п)			
	Підпис														
Дата															
ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
			Основні робітники												
			Шліфувальник	4	76,5	3	1912	5736	438804	175521,6	78984,72	52656,48	43880,4	351043,2	789847,2
			Робочий на ультразв. мийці	3	76,5	2	1912	3824	292536	117041,4	52656,48	35104,32	29253,6	234055,8	526591,8
			Металізатор	5	89	3	1912	5736	510504	204201,6	91890,72	61260,48	51050,4	408403,2	918907,2
			Допоміжні робітники												
			Наладчик	6	80	1			152960	61184	27532,8	18355,2	15296,0	122368	275328
			Черговий слюсар-електрик	5	72	1	1912	1912	137664	55065,6	24779,52	16519,68	13766,4	110131,2	247795,2
			Вантажник	3	61	1			116632	46652,8	20993,76	13995,84	11663,2	93305,6	209937,6
			Загальний фонд заробітної плати ЦЕХУ, грн												
71	Арк.	2968407,0													

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Розрахунок капіталовкладень

Капіталовкладення в об'єкт складаються з капіталовкладень в основні фонди (виробничі будівлі та споруди, технологічне та допоміжне обладнання, тощо), а також оборотних нормованих коштів (витрати на створення запасів матеріалів і сировини змінного обладнання, запчастин та ін.). Вартість транспортування устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 10-15% від його ціни. Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахунок капітальних вкладень в обладнання

Найменування обладнання, його модель або технічна характеристика	Кількіст, шт.	Вартість за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн	Витрати на транспортування та монтаж,	Усього,
ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Шліфувальний станок	2	3500	7000	1100	8100
Ультразвукова ванна	1	10950	10950	1000	11950
Ieken TLUK-100					
Ванна OM-12190	1	43000	43000	1500	44500
«Salzer Metaplast»	1	470000	470000	65000	535000
ПІДЙОМНО- ТРАНСПОРТУВАЛЬНЕ ТА ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Штабелер з електропідйомом Staxx DYC15-35	1	58000	58000	500	58500
Усього по цеху					658050

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Стовбур Б.М.				ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ		Літ.	Арк.
Перевір.	Руденький С.О.							Акрушів
Реценз.								72
Н. Контр.							ІФФ, ФК-зг-61-1	
Затверд.	Руденький С.О							

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з об'єму дільниці і усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій та промислових проводок.[9]

Визначаємо капітальні вкладення в будівництво будівлі дільниці. Як було визначено, будівля цільниці являє собою будівельну конструкцію висотою 3 м та загальною площею 486 м². Капітальні вкладення в будівельно-монтажні роботи визначаємо виходячи з площі та об'єму дільниці, а також нормативної вартості будівництва та санітарно - технічних робіт 1 м будівлі. Необхідно також враховувати витрати на будівництво фундаменту та майданчиків для обладнання.

Розрахунки капітальних вкладень (враховуючи середні ринкові ціни на елементи будівельних робіт) на будівництво дільниці приведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво дільниці

Елементи капітальних вкладень	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м ³	Вартість, грн.	
			Одиниці	Загальна
1. <i>Виробничі приміщення</i>	м ³	324	500	162000
1.1 Водопостачання			15	4860
1.2 Каналізація			25	8100
1.3 Електропроводка			12	3888
1.4 Вентиляція			10	3240
Всього			182088	

Продовження Таблиці 5.2

2. <i>Побутові приміщення</i>	м ³	162	500	81000
2.1 Водопостачання			15	2430
2.2 Каналізація			25	4050
2.3 Електропроводка			12	1944
2.4 Вентиляція			10	1620
Всього				91044
3. Зовнішній благоустрій		486	10	4860
4. Невраховані витрати		486	4795,2	
Загальна вартість будівлі				100699,2

Розмір (нормативних) оборотних коштів, необхідних для безперервної виробничої діяльності цеху, розраховують за такими елементами:

- виробничі запаси сировини, матеріалів, тощо;
- незавершене виробництво;
- готова продукція;
- інші елементи.

Виробничі запаси складаються з плинних виробничих запасів матеріалів, резервних і технологічних запасів, змінного обладнання та запчастин, інвентарю, спецодягу та ін.

Середній поточний запас ($З_m$) визначається за формулою:

$$З_m = M_d \frac{T_{пост}}{2}$$

де M_d - середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн.;

$T_{пост}$ - інтервал поставки в днях (приймається в межах 15-30 днів).[9]

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середньодобове споживання матеріалів визначається як вартість річної потреби в основних та допоміжних матеріалах, сировині, запасних частинах, інвентарю, спецодягу тощо, розділених на 240 (де 240 – розрахункове число днів за рік).

$$З_{\text{м}} = 40193,02 \cdot 15 / 239 \cdot 2 = 2522,57 \text{ грн.}$$

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) приймаємо на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів.

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів ($H_{\text{заг}}$) по об'єкту, що проектується, складе:

$$H_{\text{заг}} = 1,5 \cdot З_{\text{м}},$$

де $З_{\text{м}}$ – норматив поточних запасів.[9]

$$H_{\text{заг}} = 1,5 \cdot 2522,57 = 3783,85 \text{ грн.}$$

Після цього розраховуємо загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Вартість	
	грн.	%
1. Будівлі(виробничі та побутові)	100699,2	13,2
2.Обладнання	658050	86,3
3.Нормовані оборотні кошти	3783,85	0,5
Разом	762533,05	100

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Визначення планової собівартості одиниці продукції

В системі техніко-економічних розрахунків на підприємстві важливе місце займає калькуляція – розрахунок собівартості окремих видів продукції.

Калькуляція потрібна для вирішення ланки економічних завдань: обґрунтування цін на продукцію, розрахунок рентабельності виробництва, аналіз затрат на виробництво однакових виробів на різних підприємствах, тощо. На підприємствах як правило складають планові та фактичні калькуляції.

Перші вираховуються по плановим нормам затрат, другі по їх фактичному рівню. Калькуляція передбачає вирішення таких методичних задач: визначення об'єкта калькуляції та вибір калькуляційних одиниць, визначення калькуляційних статей витрат та методики їх розрахунку

Об'єкт калькуляції - це та продукція, чи працю (послуга), собівартість якої розраховується. До об'єктів калькуляції належать: основна, допоміжна продукція; послуги і роботи. Головний об'єкт калькуляції — готова продукція, що постачається за межу підприємства(на ринок). Калькуляція іншої продукції має додаткові значення.

Для кожного об'єкту калькуляції вибирається калькуляційна одиниця - одиниця її кількісного виміру.

На вітчизняних підприємствах застосовується метод калькуляції по повним затратам, за яким всі види затрат, що стосуються виробництва та продажу продукції, враховуються при калькуляції.

В процесі калькуляції втрати групують за калькуляційними статтями, номенклатура яких залежить від особливостей виробництва. Установлюючи статті витрат, слід дотримуватись таких умов:

- максимальну частку витрат, яку включають у собівартість, потрібно обчислювати безпосередньо для окремих виробів;

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- статті непрямі витрати необхідно формувати так, щоб їх можна було враховувати під час визначення вартості одиниці виробу.

Типова номенклатура калькуляційних статей витрат для більшості підприємств різних галузей виглядає так:

- сировина і матеріали;
- енергія технологічна;
- основна заробітна плата працівників (технологічних робітників);
- додаткова зарплата працівників;
- відрахування на соціальне страхування працівників;
- зміст і експлуатація машин і устаткувань;
- загально виробничі витрати;
- загальногосподарські витрати;
- витрати на підготовку та освоєння виробництва;
- поза виробничі витрати (зокрема, витрати на маркетинг);

Сума перших семи статей становлять цехову, дев'яти - виробництва і всіх статей собівартості.

В процесі калькуляції прямі витрати обчислюються безпосередньо на калькуляційну одиницю згідно з чинними нормами і цінами.

Для непрямих витрат спочатку складають кошторис на певний період, після чого витрати розподіляють між різними виробами чи видами продукції.

"Сировина і матеріали" містить витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, закуплені вироби і напівфабрикати, тобто витрати, які можна обчислити безпосередньо на одиницю продукції на підставі витратних норм і цін.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.4 – Розрахунок вартості основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програму

Назва матеріалу	Добові витрати, кг	Кількість робочих діб	Загально річні витрати, кг	Ціна 1 кг, грн	Вартість за рік, грн
Основні матеріали					
Хром	0,216	239	51,65	170	8780,5
Азот	0,1216	239	29,06	12,60	366,16
Допоміжні матеріали					
Бензин розчинник	0,071	239	17	17,8	302,6
Мийний засіб ТМС-	0,452	239	108	87	9396
Етиловий спирт	0,068	239	16,25	77	1251,25
Всього					20096,51

"Енергія технологічна" включає витрати на енергоносіїв, які безпосередньо використовують в технологічному процесі для зміни стану чи форми предметів праці. Розраховується за нормами витрат і тарифами на енергоносії.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по встановленій потужності токоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

Розрахунок кількості електроенергії та інших джерел енергоносіїв, яка необхідна для забезпечення нормальної роботи дільниці приведений в енергетичному розділі. Вартість витрат електричної енергії на освітлення та обладнання береться 1,66 грн. за кВт/год.

Дані по енергозатратам приведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії)

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Споживачі енергоносіїв	Одиниця виміру	Річні витрати	Ціна електроенергії за 1 кВт·год	Вартість на рік, грн
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	кВт·год	99041,6	1,66	164409,06
Освітлення виробничих та побутових приміщень	кВт·год	3189,21	1,66	5294,09
Загально річна вартість енергоносіїв				169703,15

"Основна зарплата технологічних працівників" містить витрати на оплату праці робітників, зайнятих виготовлення продукції і розрахунків згідно нормами витрат години на виготовлення технологічних операцій і тарифними ставками чи підрядними розцінками на операції, деталі вузли.

Стаття «Додаткова заробітна плата технологічних робітників» включає премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій; надбавки й компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством.

Професійно-кваліфікаційний склад технологічних робітників визначають по даним підприємства, де студент проходить переддипломну практику, або по нормам обслуговування технологічного обладнання (методом розстановки по робочим місцям). Вказана чисельність робітників вважається розстановочним штатом. Для визначення облікового штату розстановочна чисельність збільшується на коефіцієнт 1,2, який враховує додаткову чисельність персоналу на компенсацію чергових та додаткових відпусток, хвороб, скорочення робочого дня підліткам та ін. втрат робочого часу.

Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників приведений в організаційному розділі (табл. 4.4). Загальний фонд основної та додаткової заробітної плати технологічних робітників складає 2968407 грн.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стаття "Відрахування на соціальне страхування" містить відрахування на обов'язкове державне пенсійне страхування, соціальне страхування, страхування на випадок безробіття та страхування від нещасного випадку на виробництві і профзахворювань.[9]

Загальний відсоток єдиного соціального внеску для підприємств становить 22,0% від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$2235346,2 \cdot 0,22 = 491776,15 \text{ грн.}$$

До "Утримання і експлуатація машин і устаткування" відносяться:

1) Витрати на повне відновлення основних виробничих фондів (амортизація відрахування від вартості виробничого обладнання, цехового транспорту і інструментів);

Сума виплачених орендарам відсотків(винагорода) за користування основними фондами, переданими оперативну та фінансову оренду;

Витрати на проведення поточного ремонту, технічного огляду і технічного обслуговування обладнання;

4) Витрати на внутрішньо цехове переміщення вантажів;

5) Знос малоцінних і інструментів, які швидко зношувались і приладів нецільового призначення.

6) Інші витрати, які пов'язані з змістом і експлуатацією обладнання.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників» або до балансової вартості всього технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного устаткування.

У разі відсутності даних по підприємству-аналогу, цей норматив можна приймати на рівні 30-50% від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл. 5.1):

$$658050 \cdot 0,3 = 197415 \text{ грн.}$$

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номенклатура "Загально виробничих витрат" складається з таких елементів:

- витрати на оплату праці управлінського персоналу цеху та всіх допоміжних робітників разом з відрахування на соціальне страхування;
- амортизаційні відрахування від вартості основних виробничих фондів (будівель, споруд, інвентарю цехів, цехових складів тощо);
- витрати на проведення поточного ремонту і технічне обслуговування основних виробничих фондів загально цехового призначення;
- вартість допоміжних матеріалів, які використовувались у виробничому процесі;
- витрати, пов'язані із забезпечення правил техніки безпеки праці, санітарно-гігієнічних та інших спеціальних вимог;
- витрати на спеціальний одяг, взуття, захисні прилади, спеціальне харчування у випадках передбачених законодавством;
- витрати на пожежну і сторожову охорону та ін..

"Загальногосподарські витрати" близька за змістом до "Загально виробничі витрати" і відрізняється тільки рівнем об'єктів окремих витрат.

Загальновиробничі та загальногосподарські витрати встановлюють на рівні 100-250% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$1649100 \cdot 1 = 1649100 \text{ грн.}$$

До "Підготовка і освоєння виробництва" відносяться такі витрати:

- збільшення витрат виробництва нових видів продукції в період їх освоєння;
- на освоєння нового виробництва, цехів і агрегатів (пускові витрати);
- на винахідництво та раціоналізацію.

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, а у разі їх відсутності на рівні 30-50% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$1649100 \cdot 0,3 = 494730 \text{ грн}$$

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

"Позавиробничі витрати" включає витрати на дослідження ринку, просування продукції та збут.[9]

Величину витрат по цій статті студент уточнює під час переддипломної практики. У відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції) витрати на збут становлять близько 5-10%.

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту.

Планова калькуляція собівартості продукції приведена таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції

Найменування статей витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Ціна за одиницю, грн	Витрати на річну програму, грн.
1 Сировина і матеріали				
1.1 хром	кг	51,65	170	8780,5
1.2 бензин розчинник	л	17	17,8	302,6
1.3 азот	м ³	29,06	12,60	366,16
1.4 миючий засіб	кг	108	87	9396
1.5 етиловий спирт	л	16,25	77	1251,25
2.Енергоносії	кВт/год	102230,	1,66	169703,15
3.Основна заробітна плата технологічних робітників	грн			1241844
4.Додаткова заробітна плата	грн			993502,2
5. Відрахування на соціальне	грн			491776,15
6.Утримання та експлуатація машин и устаткування	грн			197415
7.Загальновиробничі та загальногосподарські витрати	грн			1649100
9. Підготовка і освоєння	грн			494730
Виробнича собівартість річної				5258167,01
10. Поза виробничі витрати				262908,35
Повна собівартість річної				5521075,36

Повну собівартість одиниці продукції (C_p) розраховують як відношення повної собівартості річної програми випуску продукції (C_p^{piv}) до річного обсягу (програми) випуску продукції цехом (дільницею):

$$C_{\pi} = \frac{C_{\pi}^{\text{річ}}}{Q},$$

$$C_{\pi}=5521075,36/33000=167,31\text{грн}$$

5.3. Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Трудомісткість продукції – це відношення витраченої праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічну трудомісткість одиниці продукції розраховують як суму витрат часу на окремі операції технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (t) у нормо-годинах можна обчислити за формулою.

$$t = \frac{\text{Чос } \Phi_{\text{оф}}^{\text{пл}}}{G}$$

де Чос- чисельність основних (технологічних) робітників;

$\Phi_{\text{оф}}^{\text{пл}}$ - плановий ефективний фонд робочого часу одного робітника;

G – плановий річний обсяг виробництва продукції.[9]

$$t=(12*1672)/33000=0,61$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_G) визначають як відношення загальних капіталовкладень ($K_{\text{заг}}$) у будівництво чи реконструкцію цеху (дільниці) або технічне переоснащення виробництва до планового річного обсягу виробництва продукції:

$$K_G = \frac{K_{\text{заг}}}{G}$$

$$K_G = 762533,05 / 33000 = 23,11$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат, тобто одночасних витрат (інвестицій) на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового обладнання чи технології, є період окупності капітальних витрат ($П_{OK}$), який має

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

критеріальний характер:

$$П_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < П_{ок}^H$$

де: $K_{заг}$ - загальна сума капіталовкладень, грн.;

$ГП_p$ - річна сума грошового потоку, грн.,

$П_{ок}^H$ - нормативний період окупності, років

$П_{ок}^H$ - 3 – 5 років [9]

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого об'єкту:

$$ГП_p = 0,82 (Ц - C_{п}) Q + \Sigma A,$$

де: 0,82 – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валовому прибутку;

$C_{п}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн/кг.;

$Ц$ – ринкова ціна одиниці продукції, грн.;

ΣA – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

Q – плановий випуск продукції, кг. [9]

У нашому випадку:

$Ц = 190$ грн

$C_{п} = 167,31$ грн

$Q = 33000$ шт.

Розрахуємо амортизаційні витрати та занесемо дані до таблиці. 5.7

Таблиця 5.7 – Відомість амортизаційних відрахувань

					ФК-зГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Об'єкт амортизації	Вартість, грн.	Відсоток амортизації	Сума амортизаційних відрахувань, грн
1	Витрати на побудову ділянки	100699,2	3,1	3121,68
2	Обладнання	658050	8,5	55934,25
	Усього			59055,93

Тоді:

$$ГП_p = 0,82 (190 - 167,31) * 33000 + 59055,93 = 673074,33$$

$$П_{OK} = 762533,05 / 673074,33 = 1,13$$

Таким чином розрахований нами період окупності дорівнює 1 рокові, що менше нормативного. У зв'язку з цим слід рахувати, що розроблений проект є економічно вигідним.

Техніко-економічні показники спроектованого цеху приведені в таблиці.5,8

					ФК-зГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.8 – Зведені техніко-економічні показники

Найменування показників	Одиниця виміру	Показники
		По проекту
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції(G)	шт.	33000
2. Загальна площа цеху	м ²	486
3. Виробнича площа цеху	м ²	324
4. Капіталомісткість продукції (K _G)	грн./шт	23,11
5 Загальна чисельність працівників у тому числі основний персонал допоміжний персонал управлінський персонал	осіб.	19
	осіб.	8
	осіб.	4
	осіб.	7
6. Загальний річний фонд заробітної плати	грн	4021767
7. Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	17639,32
8. Річний виробіток на одного працівника	шт/осіб	1737
10. Технологічна трудомісткість продукції (t)	<u>нормо-год</u> шт	0,61
11. Повна собівартість одиниці продукції	грн./шт	167,31
12. Період окупності (П _{ок})	років	1,13

ВИСНОВКИ

В даній бакалаврській роботі було проведено аналіз технологій по нанесенню покриття з нітрид хрому і обрано оптимальну технологічну схему для виробництва по нанесенню зносостійких покриттів на штамповий інструмент.

В результаті було спроектовано виробництво по нанесенню зносостійкого на штамповий інструмент покриття з нітрид хрому продуктивністю 33000 шт. деталей на рік також в дипломному проекті розроблені розділи технічний, розділ охорони праці, організаційний, економічний. Відповідно до технологічних вимог було обрано сучасне обладнання, яке задовольняє вимогам виробництва і розраховано матеріальний баланс використання і втрат матеріалу в процесі виробництва, собівартість одиниці продукції складає 167,31 грн.

Для визначеного виробництва було розраховано цех з виробничими та побутовими приміщеннями, а також обладнання з відповідними характеристиками для даного проекту.

В цеху були застосовані всі заходи з організації охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Розроблено енергетичний та організаційний розділ, де проведено розрахунки витрат на електроенергію, заробітну плату та кількість робітників в цеху.

Проведені економічні розрахунки щодо доцільності даного проекту, термін окупності даного проекту складає 1,13 років.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ		
Розроб.		Стовбур Б.М.					
Перев.		Руденький С.О.					
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
							87
					КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ІФФ гр. ФК-зг-61-1		

CONCLUSIONS

In this bachelor's thesis the analysis of technologies on drawing with a covering from chromium nitride was carried out and the optimum technological scheme for production on drawing wear-resistant coverings on the stamp tool was chosen.

As a result, the production was designed for the application of wear-resistant coating on the stamping tool with chromium nitride with a capacity of 33,000 pieces of parts per year. In accordance with the technological requirements, modern equipment was selected that meets the requirements of production and calculated the material balance of use and loss of material in the production process, the unit cost is 167.31 UAH.

A workshop with industrial and domestic premises, as well as equipment with appropriate characteristics for this project were designed for a certain production.

All measures for the organization of labor protection and safety in emergency situations were applied in the shop.

An energy and organizational section has been developed, which calculates the cost of electricity, wages and the number of workers in the shop.

Economic calculations on the feasibility of this project, the payback period of this project is 1.13 years.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div style="text-align: center;">CONCLUSIONS</div>		
Розроб.	Стівбур Б.М						
Перев.	Руденький С.О.						
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
							88
					КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ІФФ гр. ФК-зг-61-1		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубовий О.М., Технологія напилення покриттів: Підручник/– Дубовий О.М., Степанчук А.М.. – Миколаїв: НУК, 2007. – 236 с.
2. В.М. Корж, Нанесення покриттів: Навчальний посібник / – В.М. Корж, В.Д. Кузнецов, Ю.С. Борисов, К.А. Ющенко – К.: Арістей – 2005 р.
3. Корж В.М. Технологія та обладнання для напилення: Навчальний посібник. – К; НМЦВО. 2000 – 152с.
4. Анциферов В.Н., Порошковая металлургия и напиленные покрытия/ – Анциферов В.Н., Бобров Г.В., Дружинин Л.К. и др. – М.: Металлургия, 1987 – 792с.
5. Кушик А.Я., Газотермічне напилення композиційних порошків/ – Кушик А.Я., Борисов Ю.С. – Л.: Машинобудування, 1985 –197с.
6. Мовчан Б.Н., Жаростойкие покрытия, осаждаемые в вакууме/ – Мовчан Б.Н., Малащенко И.С. – К.: Наукова думка, 1983 – 232с.
7. Білик І.І., Технологія та обладнання напилених покриттів: Підручник/- Білик І.І., Київська «Політехніка» 2004р. 61-62с.
8. Економіка підприємства. Зб.практ.задач і ситуацій: Навч.посіб./ С.Ф.Покропивний, Г.О.Швиданенко, О.С.Федонін та. ін. – 3-те вид., без змін.- К.:КНЕУ, 2008.-323с.
9. Kuzmichev A. Impact excitation of MF magnetron discharge for PVD processes /A. Kuzmichev, O. Bevza, H. Steffen, R. Hippler // 5th Int. Conf. “ION,” 14-17 June2004, Kazimierz Dolny,: Abstr. – P. 124.
10. Biber V. Double EB evaporation system for self-ion enhanced PVD / V. Biber,A. Kuzmichev // Elektrotechnika & Elektronika (Bulgaria). – 2009. – Vol. 44. – No.5-6. –. P.118-122.

					ФК-зг-61-1.101.1103.004.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Стовбур Б.М.			<p style="text-align: center;">ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</p>		
Перев.		Руденький С.О.					
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
							89
					КПІ імені Ігоря Сікорського		
					каф. ІФФ		
					гр. ФК-зг-61-1		

11. Panjan P. Growth defects in PVD hard coatings / P. Panjan, M. Panjan, K.Merl // Article in Vacuum · August 2009.- DOI: 10.1016/j.vacuum.2009.05.018
12. B. Navinšek, P. Panjan, I. Milošev, Industrial applications of CrN (PVD) coatings, deposited at high and low temperatures, Surf. Coat. Technol. 97 (1997) 182–191.
13. D.B. Lewis, S.J. Creasey, C. Wüstefeld, A.P. Ehasarian, P. Eh. Hovsepian, The role of the growth defects on the corrosion resistance of CrN/NbN superlattice coatings deposited at low temperatures, Thin Solid Films. 503 (2006) 143–148.
14. H.W. Wang, M.M. Stack, S.B. Lyon, P. Hovsepian, W. -D Münz, The corrosion behaviour of macroparticle defects in arc bond-sputtered CrN/NbN superlattice coatings, Surf. Coat. Technol. 126 (2000) 279–287.
15. S.Y. Tan, X.H. Zhang, X.J. Wu, F. Fang, Effect of Graded Bias on Microstructure and Hardness of CrNX Films, Adv. Mat. Res. 154-155 (2010) 1476–1480.
16. Y. Chunyan, T. Linhai, W. Yinghui, W. Shebin, L. Tianbao, X. Bingshe, The effect of substrate bias voltages on impact resistance of CrAlN coatings deposited by modified ion beam enhanced magnetron sputtering, Appl. Surf. Sci. 255 (2009) 4033–4038.
17. Y. Ye, Y. Wang, H. Chen, J. Li, Y. Yao, C. Wang, Doping carbon to improve the tribological performance of CrN coatings in seawater, Tribol. Int. 90 (2015) 362–371.
18. G.-H. Song, L.U.O. Zhuo, L.I. Feng, L.-J. Chen, H.E. Chun-lin, Microstructure and indentation toughness of Cr/CrN multilayer coatings by arc ion plating, Trans. Nonferrous Met. Soc. China. 25 (2015) 811–816.
19. R. Bayón, A. Igartua, X. Fernández, R. Martínez, R.J. Rodríguez, J.A. García, A. de Frutos, M.A. Arenas, J. de Damborenea, Corrosion-wear behaviour of PVD Cr/CrN multilayer coatings for gear applications, Tribol. Int. 42 (2009) 591–599.

					ФК-ЗГ-61-1.101.1103.004.01ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



UNICHECK

Submission author:
Білик Ігор Іванович

Check ID:
1004050115

Check date:
15.06.2020 15:21:58 EEST

Check type:
Doc vs Internet + Library

Report date:
15.06.2020 15:26:38 EEST

User ID:
83608

File name: **Стовбур-1 Тех-розділ_z**

File ID: 1004063090 Page count: 25 Word count: 4763 Character count: 36481 File size: 2.85 MB

4.28% Matches

[illegible]

2.37% Internet Matches

6

Page 27

2.08% Library matches

39

Page 27

0% Quotes

No quotes found

0% Exclusions

No exclusions found

Replacement

Character replacement

[illegible]

[illegible]

[illegible]